22101730604

Die Pflanze.

Die Pflanze.

Vorträge
aus dem Gebiete der Botanik.

Von

Dr. Ferdinand Cohn,
Professor an der Universität zu Breslau.

Zweite vermehrte Auflage.

Erster Band.

Breslau.
J. U. Kern's Verlag (Max Müller).
1896.

Alle Rechte vorbehalten.

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No. QK100 1896- C67p

Druck von Fischer & Wittig in Leipzig.

Vorwort.

Die leitenden Gesichtspunkte, welche ich bei Abfassung dieses Buches vor Augen hatte, sind von mir im Vorwort der ersten Auflage, die 1882 erschienen ist, dargelegt worden. Meiner Ueberzeugung nach gehört die Bekanntschaft mit den wichtigsten naturwissenschaftlichen Problemen, mit den Wegen, auf denen ihre Lösung in Angriff genommen wird, und mit den Ergebnissen, die bisher gewonnen worden sind, ebenso nothwendig zur allgemeinen Bildung, als dies für Religion und Philosophie, für Staats- und Kulturgeschichte, für Kunst und Litteratur allgemein zugestanden wird. Mangel naturwissenschaftlicher Kenntnisse stört nicht bloß die Harmonie der Bildung, sondern vermindert auch das Maß des edelsten geistigen Genießens, welcher sich uns durch das Verständniß der Natur eröffnet.

Jenes wünschenswerthe Maß naturwissenschaftlicher Bildung aber wird nur in seltenen Fällen die Schule verleihen, deren erziehende Richtung den Unterricht in den Naturwissenschaften auf Ausbildung des Anschauungs- und Auffassungsvermögens und auf Mittheilung der elementaren Vorkenntnisse beschränkt; ihre Fortbildung und Ergänzung muß, ähnlich wie in der Kunstgeschichte, den fremden Litteraturen und anderen Elementen der modernen Bildung, dem Selbststudium des reiferen Lebensalters überlassen bleiben. Dadurch erwächst den Vertretern der einzelnen naturwissenschaftlichen Zweige die Aufgabe, eine Litteratur zu schaffen, welche unseren gebildeten Kreisen das Eindringen in ihre Wissenschaft erleichtert; sie dürfen vor dieser Aufgabe, trotz der Schwierigkeiten, welche einer befriedigenden Lösung sich entgegenstellen und

die populären naturwissenschaftlichen Schriften bei Vielen in Mißachtung gebracht haben, nicht zurückschrecken, wo es gilt, an der geistigen Erziehung unseres Zeitalters mitzuarbeiten.

Das vorliegende Buch ist bestimmt, Denjenigen als Führer zu dienen, welche den Wunsch hegen, an dem Leben, das die Botanik der Gegenwart durchweht, Antheil zu nehmen. Es ist aus öffentlichen Vorträgen hervorgegangen, welche von mir an verschiedenen Orten Deutschlands innerhalb der Jahre 1852—1893 gehalten und in ihrer ersten Fassung bereits in verschiedenen Zeitschriften abgedruckt waren. Dieselben liegen jedoch, mit wenigen Ausnahmen, hier in neuer Bearbeitung vor; ich habe mich dabei bemüht, nicht bloß die Thatsachen vom Standpunkte der heutigen wissenschaftlichen Botanik darzustellen und die ursprüngliche Ungleichheit des Stils, die sich aus dem langen Zeitraum zwischen dem ersten (VII) und dem letzten Vortrage (XIII) erklärt, möglichst auszugleichen, sondern es kam mir vor allem darauf an, für das Ganze einen leitenden Faden zu gewinnen, welcher die einzelnen Darstellungen in innerem Zusammenhang und in stufenweiser Fortentwickelung an einander reiht.

Nur die allgemeine Form des Vortrags wurde beibehalten, weil dieselbe, wie ich glaube, dem Leserkreise, der in einem solchen Buche Anregung und Belehrung sucht, besser entspricht, als die Form des Lehrbuchs. Dieses beansprucht vollere Hingabe und anhaltenderes Studium, als in dem zerstreuten Leben unserer Tage die Meisten gewähren können. Der Vortrag ist die Form, in welcher sich der Essay in der deutschen Litteratur eingebürgert hat; er hat mit diesem gemein, daß er nur ein allgemein, kein fachmännisch gebildetes Publikum vor Augen hat, und daß bei der Darstellung nicht sowohl die Regeln der wissenschaftlichen, als die der künstlerischen Komposition maßgebend sind. Nicht erschöpfende Vollständigkeit ist es, die angestrebt wird; sondern darauf kommt es an, daß der Hauptgegenstand in den Mittelpunkt gerückt und in das klarste Licht gesetzt, alles Nebensächliche dagegen, das durch Ueberfüllung verwirren würde, in den Hintergrund gestellt oder ganz übergangen wird. Jeder Vortrag schließt sich dadurch zu einem einheitlichen Bilde ab, das durch Lebhaftigkeit der Farbengebung und durch Treue der Zeichnung die Aufmerksamkeit des

Lesers fesselt und sich seiner Seele einprägt; wenigstens ist dies das Ziel gewesen, nach dem ich bei der Bearbeitung der Vorträge gestrebt habe.

Der botanische Schriftsteller ist in minder günstiger Lage als der Historiker; dieser darf bei seinen Lesern die Bekanntschaft mit den allgemeinen Thatsachen der Geschichte voraussetzen und wird durch eine klare und in den Einzelheiten ausgeführte Darstellung auch für die entlegensten Gebiete seiner Forschungen Verständniß und Interesse erwecken. Der naturwissenschaftliche Schriftsteller muß mit der Voraussetzung rechnen, daß die Vorkenntnisse, welche die meisten seiner Leser mitbringen, unklar und unzureichend sind, und daß denselben in der Regel auch die Anschauungen abgehen, die zum vollen Verständniß seiner Darstellung unentbehrlich sind; er ist dadurch gezwungen, in den Vorhöfen seiner Wissenschaft so lange zu verweilen, daß ihm für das Aufsteigen zu den höheren Stufen ihres Lehrgebäudes kaum Raum und Zeit übrig bleibt. Ich habe dieser Schwierigkeit dadurch zu begegnen gesucht, daß ich die ersten Vorträge mit einem allgemeinen Ueberblick über die grundlegenden Elemente der wissenschaftlichen Botanik ausfüllte, in den späteren dagegen einzelne Fragen von besonderem kulturgeschichtlichen Interesse oder solche, welche die Forschungen der Gegenwart hervorragend in Anspruch nehmen, ausführlicher behandelte. Da jeder Vortrag ein abgeschlossenes Ganzes bildet, so war es nicht zu vermeiden, daß einzelne Gegenstände, die schon in früheren Abschnitten besprochen waren, an späteren Stellen wiederholt wurden, wenn es zum Verständniß erforderlich erschien.

Nachdem die erste Auflage schon seit Jahren vergriffen war, habe ich mich auf Wunsch der Verlagsbuchhandlung entschlossen, für die zweite eine sorgfältige Durchsicht des Buches in die Hand zu nehmen; viele Abschnitte sind vollständig neu bearbeitet worden; keiner ist ohne wesentliche Veränderungen und Zusätze geblieben. In den Jahren, die zwischen der ersten und der zweiten Auflage verflossen sind, hat auch die wissenschaftliche Botanik sich weiter entwickelt; neue Fragen sind an die Tagesordnung gekommen; die Gesichtspunkte, unter denen die Probleme des Lebens aufgefaßt werden, haben sich vielfach verändert. Ich habe mich bestrebt, mein Buch dem gegenwärtigen Entwickelungszustande unserer Wissenschaft an-

zupassen; ganz besonders sind die jedem Vortrag beigefügten Erläuterungen erweitert worden, in denen ich versucht habe, auch Denjenigen Anleitung zu geben, die sich eingehender über die behandelten Fragen belehren wollen.

Eine wesentliche Zierde ist dem Buche jetzt durch die Illustrationen zu Theil geworden, mit denen die Verlagsbuchhandlung dasselbe ausgestattet hat. Abgesehen von den durch Künstlerhand frei gestalteten Bildern, haben wir uns bemüht, das Verständniß des Textes durch zahlreiche Abbildungen zu erleichtern, denen zum größten Theil Originalphotographien zu Grunde liegen.

Zu besonderem Danke sind wir dem Direktor des Goethe-Nationalmuseums in Weimar, Herrn Geheimrath Dr. Ruland, verpflichtet, der gütigst gestattete, unser Buch durch die verkleinerte photographische Nachbildung einer, wie es scheint, bisher unbekannten Zeichnung von Thorwaldsen (S. 109) zu schmücken, welche dieser für das von Alexander von Humboldt an Goethe überreichte Dedikationsexemplar der „Ideen zur Geographie der Pflanzen" entworfen und Massard in Kupfer gestochen hat. Auch die Herren Dr. Melchior Treub (Buitenzorg in Java), Prof. Saccardo (Padua), Prof. Dr. Vöchting (Tübingen), Prof. Dr. Chun, Dr. Richard Sandberg, Dr. Reinecke, Dr. Rosen (Breslau) haben uns freundlichst durch Ueberlassung von unveröffentlichten Photographien exotischer Vegetationsbilder unterstützt. Eine Anzahl Photographien, insbesondere anatomischer und physiologischer Gegenstände hat Herr Krull (Breslau) für uns aufgenommen.

Möge das Buch, das schon in der ersten Auflage in weiten Kreisen sich eingebürgert hat, auch in seiner neuen Gestalt freundliche Aufnahme finden.

Ferdinand Cohn.

Inhalt des ersten Bandes.

Seite

I. Botanische Probleme . . . . . 1—37

Anfänge der wissenschaftlichen Botanik bei den Griechen, Theophrastos 4; bei den Römern 7; bei den Arabern 8; im Mittelalter 8; Renaissance 8; Linné 10; systematische Richtung der Botanik 12; Experimentalphysiologie 14; Verbindung mit der Chemie 15; moderne Pflanzenkunde 17; Goethe 17; Darwin 19; Anwendung des Mikroskops, Pflanzenanatomie 20; entwickelungsgeschichtliche Probleme 21; biologische Probleme 24; mikroskopische Organismen 26; Beziehungen der Botanik zu anderen Wissenschaften 27; Wichtigkeit der naturwissenschaftlichen Bildung 30. — Erläuterungen 32.

II. Lebensfragen . . . . . 39—75

Das Problem des Lebens bei den Griechen 42; Lebenskraft 44; mechanische Auffassung; Schleiden und Schwann 45; Pflanzenphysiologie als exakte Naturwissenschaft 46; chemische Vorgänge in der Pflanze 48; physikalische Vorgänge 49; Reizbewegungen 50; Einfluß der Schwerkraft 51; Einfluß der Wärme und des Lichtes 52; instinktive Bewegungen 54; bei den Pilzen 55; bei den Chytridien 57; bei der geschlechtlichen Fortpflanzung 61; vererbte Lebensenergie 63; Räthsel des Lebens 65. — Erläuterungen 67.

III. Goethe als Botaniker . . . . . 77—155

Goethes Bedeutung für die gesammte moderne Kultur 79; G. als Naturforscher 82; erste Anregungen zur Beobachtung der Pflanzen 86; G.s Garten in Weimar 87; Einwirkung Linnés auf G. 89; G.s Reise nach Karlsbad 1785, Friedr. Gottl. Dietrich 92; erste Skizze der Metamorphosenlehre 94; italienische Reise 96; botanischer Garten von Padua 97; die Schrift „Metamorphose der Pflanzen" 103; Mißerfolg des Buches 104; Uebergang vom Linnéschen zum natürlichen System 105; pflanzenphysiologische Versuche 106; Einrichtung des botanischen Instituts und Museums in Jena 107; Beziehungen zu Alexander von

Seite

Humboldt 109; „Zur Morphologie" 111; Darstellung der Metamorphosenlehre 113; Kaspar Friedrich Wolff 115; G.s botanische Abhandlungen aus dem Goethe-Archiv in der Weimarischen Ausgabe 117; die Urpflanze 120; G.s Interesse für Botanik auch in seinen späteren Lebensjahren 122; Briefwechsel mit Nees von Esenbeck; Goethea 124; Vertikal- und Spiraltendenz bei den Pflanzen 126; Einfluß der Beschäftigung G.s mit der Botanik auf seine Dichtungen 128; Marianne von Willemer; Kastanie, Gingko und Sproßblatt 129; G.s naturwissenschaftliches Testament 133. — Erläuterungen 136.

IV. **Jean Jacques Rousseau als Botaniker** . . . . . 157—204

Albrecht von Haller 160; Voltaire und Rousseau 162; R.s Einfluß auf die Entwickelung des Naturgefühls 166; R. und Frau von Warens in Chambéry 169; R. in Motiers-Travers 173; in England 173; R.s Herbarium 175; R.s Studien der Botanik in Paris 177; Wechsel in seinen Gemüthsstimmungen und in seinen botanischen Beschäftigungen 177; Rêveries 182; R. auf der Petersinsel im Bieler See 183; R. in Ermenonville 184; Einleitung zu den Bruchstücken eines botanischen Wörterbuchs 186; Beobachtung der Pflanzenwelt als Bildungselement für die Kindesseele 189; R.s botanische Briefe an Frau Delessert 190; deren pädagogische Bedeutung 193; R. erweckt das Interesse der gebildeten Gesellschaft für Botanik 195; R.s Einfluß auf Goethe 196. — Erläuterungen 199.

V. **Der Zellenstaat** . . . . . 205—250

Die Verjüngung in der Natur 209; das Leben eine stete Entwickelung und Verjüngung 210; die Individualität der Pflanze 212; die Pflanze ein zusammengesetztes Wesen 213; die Pflanze verglichen einem Staate mit Provinzen, Gemeinden und Bürgern 215; die Pflanze ein Zellenstaat 216; das Mikroskop 217; die Pflanzenzelle, Bau und chemische Zusammensetzung, Protoplasma, Zellhaut 220; Größe der Zellen 222; Ernährung der Zellen 223; Verarbeitung der Elemente von Wasser, Luft und Erde in Bau- und Lebensstoffe, Athmung 225; Wachsthum der Zellen 227; Verdickung der Zellwand 228; Theilung, Alter und Tod der Zellen 229; einzellige Pflanzen 231; Zellverbände 232; Arbeitstheilung im Zellenstaat 232; Hautgewebe 234; Grundgewebe 238; Leitgewebe 239; ausgleichende Strömungen 240; Vorrathsstoffe 241; Vermehrungsgewebe 242; Verjüngung im Zellenstaat 244. — Erläuterungen 246.

VI. **Licht und Leben** . . . . . 251—307

Das Licht und die Künste 254; Licht und Religion 255; Einfluß des Lichtes auf die Thiere 256; das Licht und die Pflanzen 257; die Blumenuhr 257; Pflanzenschlaf der Blumen 259; der Blätter 260; das Sonnenlicht erregt in den Pflanzen verschiedenartige Bewegungen

Seite

263; Wirkung des Lichts auf Stellung und Wachsthumsrichtung der Pflanzentheile 264; Heliotropismus 269; Gegenwirkung der Schwerkraft, Geotropismus 271; anatomischer Bau der Blätter 275; Rohstoffe für das Zellengebäude 278; die Arbeit der Sonnenstrahlen in den grünen Zellen 280; Assimilationsprozeß 283; Bewegung der Chlorophyllkörper im Lichte 283; Athmung, Wachsthum, Zellvermehrung vom Lichte unabhängig 284; das Blattgrün entwickelt sich nur im Lichte, Etiolirung 287; wärmende, leuchtende und chemische Strahlen des Sonnenlichtes 289; die chemischen Strahlen bestimmen die Richtung des Wachsthums 291; Versuche über die physiologische Wirkung der Farben auf die Pflanzen 292; die leuchtenden Strahlen erzeugen Chlorophyll und verarbeiten die Rohstoffe zu Zellbaustoffen 293; von den wärmenden Strahlen hängen die Vorgänge der Athmung, des Stoffwechsels, der Zellvermehrung, des Wachsthums ab 295; die Pflanzen speichern die Arbeit der Sonnenstrahlen auf 296; Ursprung des Lebens 298. — Erläuterungen 300.

VII. **Der Pflanzenkalender** . . . . . 309—346

Frühlingsanfang 311; die Gräser als Vorboten der erwachenden Vegetation 312; Frühlingsblumen vor den Blättern 313; die ersten Blumen im Walde 314; Blüthenkätzchen an den Bäumen 315; Aufbrechen der Laubknospen 316; Baumblüthe 317; Blumenfülle 319; Blüthezeit der Rose der Höhepunkt der Entwickelung 320; allmähliches Abnehmen der Blumen 321; Vorbereitung für die Entwickelung des nächsten Jahres 321; Herbstfärbung, Laubfall 321; Vegetationsjahr 323; verschiedene Länge desselben 325; Eintheilung desselben in Monate 326; Nachwinter 328; Vorfrühling 329; Frühling 329; Hochfrühling 330; Vorsommer 330; Sommer 331; Hochsommer 332; Vorherbst, Herbst, Spätherbst 332; die Entwickelung der Pflanzen von der Wärme abhängig 333; verschiedene Pflanzen verschieden empfindlich gegen extreme Wärmegrade 335; verschiedenes Wärmebedürfniß 336. — Erläuterungen 341.

VIII. **Vom Pol zum Aequator** . . . . . 347—430

Pflanzengenossenschaften 349; Uebereinstimmungen und Unterschiede im Charakter der Floren 350; Alexander von Humboldt, der Begründer der Pflanzengeographie 351; Einfluß des Klimas auf die Pflanzen 353; Isothermen 355; Isotheren, Isochimenen, extreme Temperaturen 359; pflanzengeographische Zonen, Florenreiche 361; Physiognomie der Pflanzen, Pflanzenformen 365; Flora der polaren Inselwelt 366; antarktischer Kontinent 368; arktische Zone, Tundra 369; subarktischer Waldgürtel der alten Welt 370; in Nordamerika 372; kältere gemäßigte Zone in Europa 373; in Nordamerika 375; wärmere gemäßigte Zone, Mittelmeerflora 377; Steppe 382; Salzsteppe 383; Nordamerikanische Prärie, Flora der Südstaaten 384;

Seite

Cypressensümpfe 385; Kalifornien, Argentinien 386; subtropische Zone 387; Sahara 388; Kanaren 389; Aegypten 390; Mesopotamien 391; Syrien, Persien 391; China, Japan 392; Chile 394; Kapland 395; Australien 397; tropische und Aequatorialzone 401; tropischer Urwald 403; Familie der Malvaceen 403; der Maulbeer- und Feigenbäume 404; andere Familien 406; Palmen 409; Bananen 411; Schmarotzerpflanzen, Epiphyten des Urwaldes 414; Lianen 415; Mangrovewald 416; Pflanzengeographie und Kulturgeschichte 418. — Erläuterungen 421.

IX. **Vom Meeresspiegel zum ewigen Schnee** . . . . . 431—484

Tournefort und der Ararat 433; das Humboldtsche Gesetz: die Wärmeabnahme in vertikaler Richtung veranlaßt dieselbe Anordnung der Pflanzen wie in der Richtung vom Aequator zum Pol 435; Vergleich der Breitezonen und Höhenregionen 436; botanische Wanderung im Riesengebirge 438; Centralkarpathen 448; Harz 450; Großbritannien, schottische Hochlande 450; skandinavische Halbinsel 452; die Alpen 453; der Libanon 460; Alleghanies 460; Rocky Mountains, Sierra Nevada 462; Himalaya 463; Kordilleren des tropischen Südamerikas 466; naturwissenschaftliche Bildung erhöht den Naturgenuß 473; Entwickelung des modernen Naturgefühls durch die Botaniker 475. — Erläuterungen 477.

Botaniſche Probleme.

Botanische Probleme.

Wie alle idealen Geistesschöpfungen, so hat auch die Naturwissenschaft ihre Geburtsstätte im alten Athen; die wissenschaftliche Botanik ist eine der letzten Früchte, welche aus der Blüthe Griechenlands heranreiften. Im Verlaufe der 150 Jahre zwischen den Schlachten von Salamis und Arbela waren große Staatsmänner und Helden, geniale Künstler, Dichter und Denker in ununterbrochener Reihe aufeinander gefolgt, und der hellenische Mutterboden begann sich in seinen eigenen Schöpfungen endlich zu erschöpfen, als gleichsam zum Abschluß jenes goldenen Zeitalters die beiden

Riesengeister auftraten, welche die Aufgabe übernahmen, die hellenische Kultur über die ganze Menschheit zu verbreiten und durch dieselbe für alle Zeiten zu befruchten. Der große Alexander erlebte sein Ziel nicht; sein großer Lehrer Aristoteles aber wurde der Meister aller Wissenschaft für die nachfolgenden Geschlechter, il maestro di color che sanno. Während die ionischen Naturphilosophen vor ihm mit der Leuchte des Gedankens die dunklen Mysterien der Weltordnung aufzuhellen gedachten, ohne der empirischen Naturbeobachtung zu bedürfen, sprach Aristoteles als der Erste es aus, daß die Erkenntniß des Naturganzen ausgehen müsse von der Beobachtung der einzelnen Naturerscheinungen. Derselbe Mann, welcher die höchsten logischen, ethischen und ästhetischen, politischen, kosmischen und metaphysischen Probleme mit einer Klarheit und Tiefe durchgearbeitet und zur Wissenschaft gestaltet hatte, wie keiner vor ihm und sehr wenige nach ihm, verschmähte es nicht, Jahre des gewissenhaftesten Studiums auf die Beobachtung der Lebensgeschichte, der Organisation und der Fortpflanzung der Thiere zu verwenden; so wurde Aristoteles der Schöpfer der wissenschaftlichen Zoologie. Auch zu den Pflanzen wendete sich des Aristoteles allumfassender Forschergeist; er erkannte sie als lebende und beseelte Wesen und entwickelte in scharfsinniger Vergleichung die allgemeinen Erscheinungen des Pflanzenlebens gegenüber denen der Thierwelt.[1]) Aber erst des Aristoteles Schüler und Nachfolger Theophrastos vollendete des Meisters Werk; er legte in zwei großen Büchern über die allgemeine Naturgeschichte und Physiologie der Gewächse den Grundstein der wissenschaftlichen Botanik.[2]) Ohne Zweifel hatten schon vor Theophrastos Wurzelgräber und Kräuterhändler eine Kenntniß der Pflanzen besessen, die sie für ihre Zauber- und Heiltränke verwendeten, und schon in uralter Zeit hatten Gärtner, Winzer und Ackerbauer Beobachtungen über die Kulturpflanzen angesammelt, an deren Gedeihen ihr Wohlstand geknüpft war. Aber das ist nicht Wissenschaft, was, von praktischen Interessen angeregt, allein den materiellen Vor-

theil vor Augen hat; denn so wie des Kunstwerks Bedeutung nicht darin liegt, daß es einen Nutzen hat, sondern darin, daß es schön ist, so ist auch die Wissenschaft eine Schöpfung des sittlichen Geistes, welcher die Wahrheit allein um ihrer selbst willen anstrebt, weil er das Unklare und Unwahre nicht duldet. Die Wissenschaft beginnt erst, wenn der Forscher gelernt hat, eigene und fremde Beobachtungen kritisch zu prüfen, nach ihrem ursächlichen Zusammenhang zu verknüpfen, aus den äußeren Erscheinungen das innere Wesen, aus dem Besondern und Zufälligen das allgemeine Gesetz zu erkennen — wenn derselbe nicht planlos Thatsachen aneinander reiht, wie sie dem neugierigen Beobachter sich gleichsam von selbst aufdrängen, sondern wenn er in seinen Forschungen leitende Ideen verfolgt, wenn er sich Fragen stellt, deren Lösungen er methodisch und beharrlich anstrebt. In diesem Sinn hat erst Aristoteles die Naturwissenschaft geschaffen, und ist auch Theophrastos der Vater der wissenschaftlichen Pflanzenkunde; denn er sammelt nicht bloß eine überraschende Fülle unbefangener Beobachtungen über die Pflanzen seiner Heimath und des Auslandes, von den Säulen des Herkules bis nach Indien, von den Katarakten des Nil bis zu den Ufern des Pontus; ihn interessiren nicht bloß die Gewächse von praktischem Nutzen, sondern in gleicher Weise auch die unscheinbarsten Pflanzen[3]), wenn sie zur Lösung der allgemeinen Fragen beitragen, die das eigentliche Ziel seiner Forschungen ist: Welches sind die Unterschiede der Pflanze vom Thiere? welche Organe besitzt die Pflanze, aus welchen Urbestandtheilen sind dieselben zusammengesetzt? welche Thätigkeit verrichten Wurzel, Stengel, Blätter, Blüthen, Früchte? wie alt werden die Pflanzen? wodurch erkranken sie? wie kann man ihren Krankheiten vorbeugen oder begegnen? welchen Einfluß auf ihr Gedeihen haben Hitze und Kälte, Nässe und Trockenheit, äußere Verletzungen, übermäßiges Fruchttragen, Kultur oder Vernachlässigung, Boden oder Klima? kann eine Pflanze von selbst entstehen? läßt sich eine Pflanzenart in eine andere umwandeln? wie unterscheiden sich die

aus Samen gewachsenen Pflanzen von denen, die aus Ablegern gezogen sind? Mit diesen und ähnlichen Problemen beschäftigte sich Theophrastos; es sind größtentheils die nämlichen, welche noch die Forscher der Gegenwart in Anspruch nehmen. In der Stellung dieser Fragen zeigt sich die wissenschaftliche Reife der Schule des Aristoteles, weniger in den Antworten, für welche das Zeitalter noch nicht genügend vorgearbeitet hatte; denn treffend hebt Goethe hervor: „Wenn man die Probleme des Aristoteles ansieht, so erstaunt man über die Gabe des Bemerkens, und für was Alles die Griechen Augen gehabt; nur begehen sie den Fehler der Uebereilung, da sie von den Phänomenen unmittelbar zur Erklärung schreiten, wodurch dann oft ganz unzulängliche, theoretische Aussprüche zum Vorschein kommen."

Wer von den 2000 Schülern, welche in den Schattengängen des Lykeion von Athen sich zu den Füßen ihres Lehrers Theophrastos versammelten, mochte ahnen, daß nahezu zwei Jahrtausende vergehen würden, ehe der Bau der Naturwissenschaft, dessen Fundamente soeben gelegt waren, in des Meisters Geiste weiter geführt und zur Vollendung gebracht werden sollte![4]) Der Geist der Menschheit hatte im Zeitalter Alexander's des Großen in raschem Aufschwung eine Höhe erklommen, über die er lange nicht hinaus konnte; von nun an senkte sich der Pfad wissenschaftlicher Forschung wieder abwärts und verlor sich zuletzt in den verworrenen Tiefen der Mystik und des Aberglaubens. Zwar in den nächsten Jahrhunderten, welche dem Zeitalter Alexanders folgten, erweiterte sich der eng begrenzte Horizont der alten Griechen um so mehr, je weiter ihre Kultur gegen Osten bis nach Indien, gegen Westen bis zu den Säulen des Herkules sich ausbreitete; ja, an den Höfen der Diadochen fanden die Naturwissenschaften und die Medicin erst ihre systematische Ausgestaltung. Die medicinischen Hochschulen zu Alexandria, Pergamon und Antiochia versorgten bis zum Untergang der antiken Welt diese mit rationell durchgebildeten Ärzten, und da der Heilschatz

der Alten fast ausschließlich aus dem Pflanzenreiche stammte, so mußten auch die Heilpflanzen gründlicher als zuvor gesammelt, beschrieben und abgemalt werden. Auch die Römer, enthusiastische Freunde der Landwirthschaft, fuhren fort, die Pflanzen ihrer Getreidefelder und Weinberge zu beobachten; aber vorüber war jenes ideale Streben, welches in der Welt der Pflanzen die Probleme des Lebens erforscht und ihre Beobachtung nicht wegen ihres praktischen Nutzens, sondern als ein wesentliches Glied der allgemeinen Naturwissenschaft anstrebt.

Im ersten Jahrhundert der christlichen Zeit hatte ein weitgereister Römischer Militärarzt aus dem hellenisirten Kleinasien, Pedanius Dioskorides von Anazarba eine Bearbeitung des Heilschatzes gegeben, welche für die folgenden 15 Jahrhunderte als unfehlbarer Kanon angesehen wurde, und sein Zeitgenosse, Cajus Plinius Secundus von Verona hatte sich sogar an die Riesenaufgabe gewagt, das gesammte Wissen seines Zeitalters in einer Encyklopädie zusammenzufassen, als wollte er mit Aristoteles wetteifern; aber welcher Abstand zwischen dem Griechen und dem Römer: jener nicht minder groß in der Beobachtung wie in den Ideen, Alles kritisch vergleichend, gedankenmäßig vertiefend, schöpferisch gestaltend; dieser mit lebendigem Interesse und riesigem Fleiße sammelnd, aber ohne Kritik, ohne selbständiges Urtheil und ohne eigene Beobachtung.[5]) Dennoch ist Plinius der Letzte, der in seiner großen Naturgeschichte auch die Botanik einer ausführlichen Darstellung würdigt. Nach ihm verliert sich, je länger je mehr, mit dem Interesse an der Wissenschaft auch die Fähigkeit, die lebende Natur zu beobachten; nach dem Untergange des weströmischen Reiches breitet sich über das ganze Abendland die Nacht der Barbarei, und wenn im Orient unter dem byzantinischen Kaiserthum mit der griechischen Sprache auch noch einige Ueberreste griechischer Wissenschaft ein kümmerliches Dasein fristen, so ist doch auf den Gebieten der Naturwissenschaft hier nicht der geringste Fortschritt zu verzeichnen.

Daß die Leuchte dieser Wissenschaft in den finsteren Jahrhunderten des Mittelalters nicht völlig ausgelöscht wurde, verdanken wir den Arabern; denn nachdem ihre Chalifen ein Weltreich gegründet, welches an Ausdehnung das alte Römische noch übertraf, erblühten zwischen dem neunten und elften Jahrhundert in Bagdad, Cairo, Cordova Hochschulen, wo Aristoteles, Hippokrates, Dioskorides, Galenos wenigstens in Uebersetzungen studirt, und neben der Philosophie auch Mathematik und Naturwissenschaften, vor Allem aber die Medizin gepflegt wurden; als ein Theil derselben wurde auch die Lehre von den offizinellen Gewächsen auf der Grundlage des Dioskorides weiter gefördert und durch manche neue, aus Persien, Indien oder China stammende Heilpflanze bereichert. Aber auch die Blüthe der arabischen Kultur hatte nur kurze Dauer, und endlich versank das gesammte Geistesleben unter der Herrschaft einer haarspaltenden philosophisch-theologischen Scholastik, die jedes Auflehnen gegen ihre Autorität mit Feuer und Schwert unterdrückte [6]), in jenen todesgleichen Schlummer, aus dem es erst nach langen, langen Jahren wieder erweckt wurde durch den Geist der neuen Zeit, die seit dem 14. Jahrhundert über Italien anbricht. Es waren Dante, Petrarca, Boccaccio, denen Europa nicht nur die Schöpfung der ersten modernen Nationallitteratur verdankt, sondern auch die Wiederbelebung der klassischen Studien, der alten griechischen und römischen Schriften. Im Verlaufe des 15. Jahrhunderts erwachen in Italien alle Künste und Wissenschaften, eine nach der andern aus dem langen Schlafe; gegen das Ende desselben wird auch die Botanik wieder ins Leben gerufen. Ein edler Byzantiner, der aus seiner von den Türken zerstörten Heimath nichts weiter als seine Freiheit und sein Wissen nach Italien gerettet, übersetzt auf Befehl des Papstes den Theophrastos aus dem Griechischen ins Lateinische. Auch Dioskorides und Plinius werden aus dem Staube der Vergessenheit hervor geholt und durch den inzwischen erfundenen Bücherdruck zum Gemeinbesitz der litterarischen Welt gemacht. [7]) Nun zeigt sich, daß

zum Verständniß der botanischen Bücher die Kenntniß der alten Sprachen allein nicht genüge; man mußte auch etwas von den Gegenständen verstehen, von denen die Rede war; mit Feuereifer begannen zuerst die Humanisten Italiens, das in allen Künsten und Wissenschaften dem übrigen Europa voraus geeilt war, sich endlich einmal wieder in der freien Natur umzuschauen und die Pflanzen aufzusuchen, von denen die Alten geredet hatten; nachdem aber Reuchlin und Erasmus die Leuchte der klassischen Studien auch jenseits der Alpen entzündet, welche bald in der reinigenden Flamme der Reformation auflodern sollte, pflanzte sich die Bewegung auch nach Frankreich, den Niederlanden und nach Deutschland fort; ja die eigentlichen Väter der Botanik im sechzehnten Jahrhundert, welche in sorgfältiger Beobachtung und Beschreibung der vaterländischen Pflanzen die erste Stelle einnehmen, stammen größtenteils aus jener südwestlichen Ebene des Oberrheins, wo auch die Buchdruckerkunst im Wechselverkehr zwischen Frankfurt, Mainz und Straßburg ihren Ursprung genommen hatte. Seit dem Anfang des 16. Jahrhunderts ist auch der Holzschnitt durch Deutsche Meister, Albrecht Dürer an ihrer Spitze, zur höchsten Vollendung gebracht worden; die Botaniker machen denselben sofort sich dienstbar, indem sie nach dem Muster der alten Alexandriner ihre Kräuterbücher mit Pflanzenabbildungen schmücken, die in künstlerischer Auffassung und naturgetreuer Darstellung kaum später übertroffen worden sind.[8]) Die Botanik freilich, welche jene Männer pflegten, war nicht die freie, die reine Wissenschaft, wie zur Zeit des Aristoteles; sie blieb die Magd der Philologie und der Medizin; denn das einzige Problem, mit dem sie sich beschäftigten, war: die Pflanzen des Theophrastos, des Plinius, des Dioskorides wieder aufzufinden und den geheimen Kräften nachzuspüren, welche nach einem uralten Glauben jeder Pflanze, bald zum Heile, bald zum Verderben der Menschen, innewohnen. Aber es war doch wieder Tag geworden, und es wurde heller von Stunde zu Stunde; die

Wissenschaft, die während des ganzen Mittelalters in dumpfer Klosterzelle gefangen gehalten und trostlos verkümmert war, trat wieder hinaus unter das lebendige Volk und in die freie Natur. Seit dem Beginn des 16. Jahrhunderts ist auch die Botanik in ununterbrochener Fortentwickelung geblieben, wenn auch die Aufgaben, mit denen sie sich beschäftigt, zu verschiedenen Zeiten ganz verschieden gefaßt wurden; „denn je weiter", sagt Goethe, „das Wissen sich ausbreitet, desto mehr Probleme kommen zum Vorschein."

Die Väter der modernen Pflanzenkunde lebten in dem naiven Glauben, daß die Pflanzen von Griechenland und Kleinasien sich sämmtlich in den Wäldern und Wiesen ihrer nordischen Heimath finden müßten; aber eine genauere Kenntniß der heimischen Flora ließ bald erkennen, daß dem nicht so sei.[9]) Das Zeitalter der Renaissance war auch die Epoche der großen geographischen Entdeckungen; die Durchforschung fremder Welttheile brachte die Gewißheit, daß „ungleich gewebt der Teppich sei, mit dem die Vegetation den nackten Erdkörper bekleidet", und daß es weit mehr Pflanzen gebe, als in den Schriften der alten Griechen und Römer Erwähnung gefunden hatten. Die Zahl der unterschiedenen Gewächse wuchs so rasch, daß bald auch das glücklichste Gedächtniß sie nicht alle überschauen konnte; die alten Namen reichten nicht aus, man mußte neue erfinden; man bestrebte sich, die Beschreibungen möglichst anschaulich und die Abbildungen möglichst naturgetreu zu machen. Aber immer dringender wurde das Bedürfniß, die gesammelten Pflanzenschätze übersichtlich zu ordnen; solch' eine Uebersicht nannte man System, und von nun an galt es als höchste Aufgabe der Botanik: ein System zu erfinden, das die leichteste Uebersicht gewährt und zu einer unbekannten Pflanze den richtigen Namen möglichst rasch finden läßt.[10])

Erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts erstand der ordnende Geist, der die Menschen gelehrt hat, in der unübersehbaren Fülle der Pflanzen wie der Thiere sich zurecht zu finden: es war

Linné, der, gewaltig über sein Zeitalter hervorragend, in dem Chaos der unendlich mannigfaltigen Gestalten den durchsichtigen Plan eines in Klassen, Ordnungen, Gattungen, Arten und Spielarten wohlgegliederten Naturreichs festhielt. Es war eine strenge, aber heilsame Schule, welche die Botanik unter Linné durchmachen mußte; durch ihn wurde sie daran gewöhnt, die Pflanzen scharf anzuschauen, zu zergliedern, zu vergleichen; er ist auch der Erfinder einer bewunderungswürdigen wissenschaftlichen Sprache, welche für jede Verschiedenheit der Pflanzenformen einen genauen, allgemein verständlichen Wortausdruck findet.

Erst durch Linné haben wir die Kunst gelernt, eine Pflanze durch Worte so anschaulich zu beschreiben, daß der Leser oder Hörer der Beschreibung in seiner Seele sich die nämliche Vorstellung bilden kann, als wenn er die Pflanze körperlich vor Augen hätte.[11]) Und gleichwie im bürgerlichen Leben ein Jeder leicht und sicher durch einen Doppelnamen bezeichnet werden kann: den seines Geschlechts, den er mit allen Gliedern desselben theilt, und durch den Eigennamen, durch den er sich von den Geschlechtsgenossen unterscheidet, so verlieh auch Linné einer jeden Pflanze einen Doppelnamen: den ihres Geschlechtes oder ihrer Gattung in Verbindung mit dem Art- oder Speziesnamen, welcher ihr allein zu eigen gehört.[12]) Auch glaubte Linné die Aufgabe des Pflanzensystems nicht ausschließlich in der praktischen Brauchbarkeit erschöpft; er strebte vielmehr nach einem System, das diejenigen Pflanzen am nächsten zusammen stellt, welche einander am ähnlichsten, oder, wie er sagte, am nächsten verwandt sind.

Ein solches System nannte Linné ein natürliches; das natürliche System erklärte er für das höchste und letzte Problem der Botanik.[13]) Aber Linné fühlte sich der Lösung desselben nicht gewachsen; doch hatte schon länger als ein halbes Jahrhundert vor ihm ein englischer Landgeistlicher, John Ray, die natürliche Methode aufgefunden, durch welche die Pflanzen nach ihrer näheren oder ferneren Verwandtschaft sich aneinander reihen lassen. Er hatte die unendliche Mannigfaltigkeit der Gewächse in zwei Stufen geschieden, die Stufe der niederen Blüthenlosen, welche sich in die vier Klassen der Algen, der Pilze, der Moose und der Farne vertheilen, und in die höhere Stufe der Blüthenpflanzen, die sich wieder nach der einfachen oder doppelten Zahl der Keimblätter in Monokotyledonen und Dikotyledonen gliedern; je nachdem die Blüthen der letzteren gar keine Krone, oder eine solche aus einem einheitlichen oder aus mehreren getrennten Kronblättern besitzen, hatte er sie in drei Klassen eingeordnet, deren jede eine Anzahl Gruppen nächst verwandter Geschlechter umfaßte.[14]) Aber die Vollendung des natürlichen Systems geschah erst hundert Jahre später in Frankreich; schon 1758 waren in dem botanischen Garten von Klein-Trianon bei Versailles, den Frau von Pompadour, eine Freundin und Gönnerin der Wissenschaften, durch Bernard Jussieu, den Vorsteher des Pariser Pflanzengartens, hatte anlegen lassen, die Geschlechter der Pflanzen nach ihrer natürlichen Verwandtschaft geordnet worden; durch den Neffen jenes Meisters von Trianon, Antoine Laurent de Jussieu, der mit feinem Naturgefühl gründliche Studien verknüpft hatte, wurde in konsequenter Entwickelung der von Ray begründeten Methode das natürliche Pflanzensystem ausgebaut.[15])

Die systematische Richtung der Botanik, welche ihre Hauptaufgabe in der Benennung, der Beschreibung und Anordnung der Pflanzen suchte, vermehrte freilich unsere speziellen Kenntnisse von den Gestaltungen der Gewächse ganz außerordentlich; aber je genauer sie deren äußere Verschiedenheiten beobachtete, desto mehr

verlor sie das Bewußtsein, daß die Pflanze nicht eine todte Form, sondern daß sie ein lebendiges Wesen sei. Gewiß liegt ein fesselnder Reiz in der Betrachtung der „tausendfältigen Mischung unter dem Blumengewühl", der sich am schönsten in dem Worte von Jean Jacques Rousseau ausspricht: „Tant que j'herborise, je ne suis pas malheureux", und dieser Reiz ist selbst in den dürren Pflanzenmumien der Herbarien nicht erloschen; ihm ist es zuzuschreiben, daß eine so einseitige Richtung, wie sie die alte Linné'sche Schule verfolgte, Jahrzehnte lang den größten Theil der Fachbotaniker gefesselt hat; noch heutzutage blüht die Zunft der Wurzelgräber und Kräutersammler, über die schon Theophrast vor mehr als 2000 Jahren gespottet hatte.

Während die Botanik unter den Nachfolgern Linné's immer mehr zu erstarren schien, war längst in andere Naturwissenschaften ein frischer Geist eingedrungen. Der Lordkanzler des Königs Jakob I. von England, Francis Bacon, hatte den Naturforschern ein neues Werkzeug in die Hand gegeben, welches Aristoteles noch nicht gewürdigt hatte, und sie in eine neue Bahn gelenkt, die bald von Entdeckung zu Entdeckung leiten und die Verjüngung der gesammten Kultur der Menschheit herbeiführen sollte. Bacon lehrte: der Naturforscher darf sich nicht allein auf die reine Naturbeobachtung verlassen; denn die Antworten, welche die Natur freiwillig giebt, sind vieldeutig und unklar, gleich den Götterspruchen der Orakel, und jede Lösung verbirgt neue Räthsel. Der Forscher muß es verstehen, mit kunstvoll ausgesonnenem Kreuzverhör die Natur in solche Lagen zu bringen, wo ihr nur eine klare und bestimmte Antwort übrig bleibt; er muß zu der Naturbeobachtung auch das Experiment zu Hilfe nehmen. Bacon's Lehre fiel befruchtend auf einen wohlbereiteten Boden; seit dieser Zeit gehen Experiment und Beobachtung Hand in Hand in jeder naturwissenschaftlichen Untersuchung. Die Forscher der alten Zeit mußten sich oft mit dem schlechten Trost begnügen:

„Geheimnißvoll am lichten Tag
Läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben,
Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben."

Die modernen Naturforscher haben diesen Spruch widerlegt: mit den Hebeln und Schrauben ihrer physikalischen und chemischen Apparate, ihrer Teleskope, Mikroskope und Spektroskope haben sie der Natur ihre verborgensten Geheimnisse, eins nach dem andern, abgezwungen, die sie freiwillig nie enthüllt hätte.

Zuerst im Verlauf des 17. Jahrhunderts wurde die neue Experimentirmethode nutzbar gemacht, um die Kräfte der leblosen Natur, die mechanischen Gesetze des Luft- und Wasserdrucks, der Schwerkraft, des Lichtes, der Wärme zu erforschen und der mathematischen Berechnung zu unterwerfen. Gegen das Ende des Jahrhunderts wird die nämliche Methode auch auf die Untersuchung des Thierlebens angewendet; die Entdeckung des Blutumlaufs ist ihre erste glänzende Frucht. Im 18. Jahrhundert wird endlich auch die Pflanze auf die Probe des Experiments gestellt; der Engländer Stephan Hales ist der Erste, welcher die Lebensthätigkeiten in der Pflanze als Leistungen physikalischer Kräfte auffaßt und mit Wage und Maßstab bestimmt[16]); er vergleicht die Kraft, mit welcher der blutende Weinstock seine Frühjahrssäfte aus der Schnittwunde empor treibt, mit dem Gewicht einer Queckfilbersäule von bestimmter Höhe oder mit dem Druck der Schenkelarterie eines Pferdes; er wiegt die Wassermenge, welche ein Birnbaum oder eine Sonnenrose in 24 Stunden mit ihren Wurzeln aus dem Boden aufsaugt; er schreibt im Jahre 1727 eine Statik der Gewächse, als sei das ganze Pflanzenleben ein physikalisches Problem. Der Franzose Du Hamel de Monceaux veröffentlicht 1758 eine Physik der Bäume, worin er die Gesetze erforscht, welche die Strömungen der Säfte in Holz und Rinde beherrschen; im nämlichen Jahre erscheint ein Buch über den Nutzen der Blätter, von dem Genfer Bonnet, in welchem

versucht wird, die physikalischen Kräfte, welche die Blätter zum Lichte drehen und ihre Transpiration vermitteln, näher zu bestimmen. So tritt die Pflanzenphysiologie, auf die Physik gestützt, in die Reihe der exakten Wissenschaften.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts schwingt auch die Chemie aus der Dämmerung alchymistischer Träumereien sich auf in das Tageslicht der Wissenschaft. Nach der Meinung der Alten war die Welt aus vier Elementen aufgebaut: Feuer, Wasser, Luft und Erde; nachdem aber der Engländer Priestley 1774 den Sauerstoff entdeckt hatte, zeigte der Franzose Lavoisier 1776, daß Feuer kein Element, sondern ein mit Licht und Wärme verbundener chemischer Vorgang bei der Verbindung gewisser Körper mit Sauerstoff sei; gleichzeitig fand er, daß auch die Erden nicht Elemente, sondern Verbindungen von Sauerstoff mit Metallen, die Kohlensäure dagegen eine Verbindung des Sauerstoffs mit Kohle sei; 1786 wies er nach, daß auch die Luft kein Element, sondern ein Gemenge zweier Gase, des Sauerstoffs und Stickstoffs sei. Zwei Jahre vorher hatte der Engländer Cavendish, ein Sproß des edlen Hauses der Herzöge von Devonshire, entdeckt, daß auch das Wasser nicht ein Element, sondern eine Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff darstelle. Hatte Lavoisier schon 1776 gefunden, daß Kohlensäure bei der Verbrennung von Kohle oder Diamant entstehe, so zeigte Priestley 1779, daß sie auch bei der Athmung der Thiere und Menschen gebildet werde, welche Sauerstoff einathmen und Kohlensäure ausathmen, daß aber die Pflanzen umgekehrt Kohlensäure einathmen und Sauerstoff ausathmen; bald darauf führten der Belgier Ingenhouß, der Genfer Sennebier durch überzeugende Experimente den Nachweis, daß nur bei Tage im Sonnenlichte die Pflanzen Sauerstoff ausscheiden, während bei Nacht und im Finstern ihre Athmung ganz so vor sich geht, wie bei den Thieren. Am Schluß des Jahrhunderts beweist Theodor Sauſſure von Genf, daß für die Ernährung der Pflanzen

die Sonne ihre erregende Kraft in Licht und Wärme, die Luft ihre Kohlensäure, die Erde aber Wasser und Ammoniak beisteuere, und daß auch die Pflanzenasche nicht zufällige Verunreinigung, sondern unentbehrlicher Nahrungsstoff der Pflanzen sei, den ihre Wurzeln aus dem Boden einsaugen; Saussure wird der Gründer der Lehre von der chemischen Ernährung der Pflanze, welche seitdem durch Justus Liebig [17]) und Bousſingault [18]) zur Grundlage des rationellen Ackerbaus fortgebildet worden ist. So wird im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts die zur exakten Naturwissenschaft entwickelte Chemie sofort in den Dienst der Botanik gezogen; es wird die wunderbare Wechselwirkung erkannt zwischen der Sonne, der Erde und der Thier- und Pflanzenwelt; es wird der ewige Kreislauf enthüllt, in dem die Stoffe der Atmosphäre, des Wassers und des festen Erdbodens zwischen den Körpern der Thiere und Pflanzen in rastlos sich verjüngender, Leben erhaltender Wandelung hin und her wandern.

Zu dem Aufbau der wissenschaftlichen Pflanzenkunde, wie wir bisher ihn verfolgt, hatten alle Nationen Europas, eine nach der andern beigetragen: Italiener, Engländer, Niederländer, Schweden, Franzosen, letztere seit dem Zeitalter Ludwig des Vierzehnten mit besonderem Reichthum originaler und einflußreicher Geister. Nur Deutschland hatte seit der Reformationszeit aufgehört, sich an der fortschreitenden Entwickelung zu betheiligen; fehlte es auch nicht an fleißigen Arbeitern, so standen sie doch in zweiter und dritter Reihe, wandelten in den vom Ausland gebahnten Wegen, ohne eigene schöpferische Ideen. Aber mit dem Zeitalter Friedrichs des Großen tritt ein Wendepunkt ein; der deutsche Volksgeist verjüngt sich durch kräftiges Vordringen auf neuen Bahnen; auch in der Wissenschaft beginnt sofort die rückstauende Bewegung nach der langen Geistesebbe; von Jahr zu Jahr rauscht immer voller und höher die Fluth jugendlich frischen Lebens über das deutsche Land, und wie in einem gesegneten Frühling alle Bäume einer nach dem

andern in Blüthe treten, so durchlebt unser Volk eine rasche Entfaltung, eine herrliche Blüthezeit der Litteratur, der Musik, der bildenden Kunst, der Philosophie, der gesammten Wissenschaft. Auch die Botanik spürt sofort den Anbruch einer neuen Zeit. Schon während des siebenjährigen Krieges legt Caspar Friedrich Wolff den Grundstein zum Aufbau der modernen Biologie, der Lehre vom Leben, indem er mit Hilfe des Mikroskops die Entwickelung der Thiere aus dem Ei, die Entstehung der Blätter und Blüthen in der Knospe verfolgt[19]); Koelreuter und Konrad Sprengel enthüllen durch sinnreiche Experimente und Beobachtungen das Geheimniß der Pflanzenbefruchtung.[20]) Im gegenwärtigen Jahrhundert erfährt die wissenschaftliche Botanik in Deutschland einen Aufschwung, wie er noch nie erlebt war; vorzugsweise durch deutsche Arbeit reiht sich die Botanik bald ebenbürtig in den Kreis der verschwisterten Naturwissenschaften, von denen sie eine Zeit lang überflügelt war.

Sollen wir den Ausgangspunkt der modernen Pflanzenkunde, die in Wahrheit das Werk einer Generation ist, an den Namen eines einzelnen Mannes knüpfen, so weiß ich keinen besseren, als Goethe. Zwar gehört Goethe nicht zur eigentlichen Zunft der Naturforscher, obwohl er es an gewissenhaftestem Naturstudium nicht fehlen ließ. „Er verschloß seine Sinne nicht, aber der Gedanke überflügelte bei ihm die Beobachtung und oft auch die Dichtung den Gedanken, bis sich aus der lieblichen Blüthe der Poesie die reife Frucht der Naturphilosophie entwickelte. Doch, wer mag leugnen", fügt der Geschichtsschreiber hinzu, dem wir diese Charakteristik entlehnen, „daß die begeisterte Seele des Dichters die Natur im Großen und Ganzen oft richtiger schaut, als das durch zahlreiche Kleinigkeiten getrübte mikroskopische Auge des Naturforschers?"

Der reformatorische Gedanke, welchen Goethe in der Auffassung der lebendigen Natur zum leitenden erhob, ist die Idee der Entwickelung. Hatte C. F. Wolff durch die Methode der mikroskopischen

Beobachtung das Studium der Entwickelungsgeschichte angebahnt, so schuf Goethe durch die von ihm zuerst ausgebildete vergleichende Methode eine neue Wissenschaft, die Morphologie, die Lehre von den Gestalten der Thiere und Pflanzen. Goethe erkennt das Wesen des Lebens nicht in der fertigen Form, wie immer reich gegliedert dieselbe auch sei, noch in mechanischen Kraftanstrengungen, welche in steter Wiederholung das Spiel des Lebens verrichten; er erblickt in jeglichem Organismus einen Entwickelungsproceß, der mit dem Augenblick seiner Entstehung anhebt und durch eine Reihe von Entwickelungszuständen seinem Endziel entgegen geführt wird.[21]) Wie von dem Weltganzen, so von dem Einzelwesen gilt Goethe's schöner Spruch:

„Es muß sich regen, schaffend handeln,
Erst sich gestalten, dann verwandeln,
Nur scheinbar steht's Momente still;
Das Ew'ge regt sich fort in Allem,
Denn Alles muß in Nichts zerfallen,
Wenn es im Sein beharren will."

Durch die morphologische Betrachtungsweise ist auch die systematische Botanik der Gegenwart mit tieferem Gedankeninhalt erfüllt worden; es handelt sich heutzutage nicht mehr um die bloße Beschreibung äußerer Formen, sondern auch um das eingehende Verständniß des Aufbaus der Organe; sie umfaßt nunmehr den Inbegriff aller inneren und äußeren Gestaltungen und Lebensvorgänge, wie sie in den einzelnen Pflanzen, wie sie in ihren engeren oder weiteren Verwandtschaftskreisen zur Erscheinung kommen, nicht minder aber auch ihre Beziehungen zur Erdoberfläche und zu den Kräften, die auf ihr wirksam sind. Denn seitdem Alexander von Humboldt durch seine, von dem Zauber großartiger Reiseeindrücke belebten Darstellungen die Pflanzengeographie zu einer selbständigen Wissenschaft gestaltete[22]), tritt überall auch der Zusammenhang zwischen den Arten, Geschlechtern und Familien der Pflanzen und

dem Relief des Erdkörpers, seinen klimatischen und seinen Bodenverhältnissen zu Tage; vor Allem befruchtend wirken die Ideen, welche sich an das umwälzende Auftreten von Charles Darwin knüpfen [23]), indem sie die tausendfältigen Gestaltungen der Pflanzen nicht als zusammenhangslose Einzelschöpfungen, sondern als Glieder einer einzigen, ununterbrochenen Entwickelungsreihe auffassen lehren, die mit dem ersten Auftreten des Lebens auf der Erde beginnt und, durch alle geologischen Zeitalter sich hindurchziehend, die Welt der Pflanzen stetig in gesteigerter Vervollkommnung umgewandelt hat. Darwin hat uns auch den Einfluß würdigen lassen, den auf die Gestaltungen der Pflanzen der Kampf ums Dasein durch die Auslese des Meistbegünstigten auf der einen, die Anpassung an die äußeren Lebensbedingungen und selbst an die Thierwelt auf der anderen Seite ausgeübt haben. Haben doch Franz Unger [24]), Oswald Heer, Saporta, Engler und ihre Nachfolger gezeigt, daß selbst die Verbreitung der Pflanzen über die Erde sich nicht verstehen läßt, wenn man nicht die Geschichte ihrer Ahnen, die in den Gesteinen vorgeschichtlicher Erdepochen vergraben liegen, mit in Rücksicht zieht. Ein neuer Horizont für das allgemeine Verständniß der Pflanzengestalten ist uns aufgeschlossen worden, seit die grundlegenden Gedanken Darwin's in Fleisch und Blut der modernen Naturwissenschaft übergegangen sind. Lange Zeit hindurch hatte frommer Sinn in jeglicher Einrichtung lebender Wesen nach Zeugnissen für die Güte und Weisheit des Schöpfers geforscht; die Wissenschaft aber hatte anerkannt, daß es nicht in ihrer Sphäre liege, die Zwecke zu ergründen, welche die Vorsehung bei der Gestaltung der einzelnen Organe beabsichtigt habe; indem sie deshalb auf jede teleologische Auffassung verzichtete, glaubte sie sich auf die äußere Beschreibung der Organisationen beschränken zu müssen. Seitdem aber Darwin gelehrt hat, daß nur diejenigen Einrichtungen sich erhalten, sich fortpflanzen und zu vervollkommnen vermögen, welche das Einzelwesen im Kampf ums Dasein gegen seine Mitbewerber begünstigen, sieht auch die

Wissenschaft sich bei jedem Organ vor die Frage gestellt: nicht sowohl, welchem Zweck es diene, als vielmehr, welchen Nutzen es dem Leben gewähre; und als seien den Naturforschern erst jetzt die Augen geöffnet worden, haben sich ihnen seitdem überall in den äußeren Gestaltungen, den inneren Einrichtungen und der gesammten Entwickelung so der Thiere wie der Pflanzen unzählige früher unbeachtete Beziehungen offenbart, welche als Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen, als Schutzmittel zur Erhaltung des Einzelwesens oder der Art erkannt worden sind.

Goethe hatte die Entwickelung der Gewächse bis zur Keimpflanze zurück geführt; aber der Ausgangspunkt, mit dem er seine Betrachtung begonnen, der Moment, wo der im Samen eingeschlossene Keim seine Hüllen durchbricht, sein Würzelchen in die Erde senkt, seine Blättchen an das Licht hebt, ist nicht der wirkliche Anfang pflanzlicher Entwickelung; es bleibt noch das Problem: wie entsteht die Keimpflanze? Zur Lösung desselben reicht das unbewaffnete Auge nicht aus, noch die Lupe, mit der allein die Botaniker der Linné'schen Schule arbeiteten; sie konnte erst in Angriff genommen werden, als das Mikroskop wieder in die Werkstätte des Botanikers eingeführt worden war. Ein eigenthümliches Geschick war diesem Instrument zu Theil geworden, das doch dazu berufen war, die Schranken niederzureißen, die der unvollkommene Bau des Auges der menschlichen Erkenntniß nach der Richtung des Kleinsten gesetzt hat; es hat dadurch ebenso unsern Gesichts- wie unsern Ideenkreis ins Unendliche erweitert.[25]) Schon fünfzig Jahre nach der Erfindung des Mikroskops, im letzten Drittel des 17. Jahrhunderts, hatten zwei Männer, Marcello Malpighi von Bologna und Nehemias Grew von London, unabhängig von einander sich die Aufgabe gestellt, den inneren Bau der Gewächse zu zergliedern; ein seltsamer Zufall fügte, daß Beider Forschungen am nämlichen Tage, am 29. December 1671, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu London überreicht wurden.[26]) Dieser Tag ist daher der eigentliche

Geburtstag der mikroskopischen Pflanzenanatomie; seit dieser Zeit wissen wir, daß die Pflanze nicht aus Fleisch und Blut, aus Adern, Nerven, Sehnen besteht, wie Theophrastos gemeint hatte, sondern daß sie in allen ihren Theilen, von der Wurzel bis zur Frucht, aus außerordentlich kleinen, nur unter den Vergrößerungen des Mikroskops sichtbaren Bläschen, Schläuchen oder Röhren aufgebaut ist, die wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Zellen der Bienenwaben den Namen der Pflanzenzellen bekommen haben. Gleich den Bienenzellen umschließen auch die Zellen der Pflanzen einen inneren Hohlraum, welcher von regelmäßigen Wänden ringsum begrenzt und mit Säften gefüllt ist.! Aber auffallender Weise fanden die Entdeckungen der Väter der Pflanzenanatomie kein Verständniß unter ihren Zeitgenossen; sie regten zu keiner Nachfolge an, die Kunst mikroskopischer Beobachtung wurde nicht weiter fortgebildet, und 100 Jahre später war sie so gut wie verloren gegangen. Erst seit dem Anfang unseres Jahrhunderts wurde wieder mit Hilfe des Mikroskops der Bau der Pflanzen gründlicher durchforscht, als je zuvor, und seit dem dritten Jahrzehnt wurde das inzwischen außerordentlich vervollkommnete Mikroskop auch zur Lösung entwickelungsgeschichtlicher Probleme zu Hilfe gezogen.

Die erste Aufgabe, welche das Mikroskop zu lösen hatte, war, wie wir schon bemerkt, die Entstehung des Pflanzenkeims. Wir können hier nicht alle die einzelnen Phasen verfolgen, durch welche unter wetteiferndem Zusammenarbeiten zahlreicher Forscher und nach mancherlei Fehlgriffen und Abwegen endlich Schritt für Schritt der geheimnißvolle Vorgang aufgehellt wurde, wie im Innern der Blüthe, eingeschlossen von den Geweben der Samenknospe, die Erzeugung eines neuen Pflanzenwesens sich vollzieht. Das Ergebniß war: daß jede Pflanze, von der Palme und Eiche bis zum niedersten Grase, zuerst als eine einfache mikroskopische Zelle erscheint, welche durch einen wunderbaren Gestaltungsakt ins Dasein tritt.[27]) Das

war eine hochwichtige Entdeckung; ist ja doch die Entstehung eines neuen lebenden Wesens eine Neuschöpfung; jetzt zeigte sich, daß das Geheimniß der Schöpfung in der Erzeugung einer Zelle ruht. Die Zelle selbst aber erscheint dem tiefer eindringenden Auge des Forschers in der Gegenwart nicht mehr als das einfache Saftbläschen, sondern als ein Organismus von komplizirter innerer Einrichtung, der niemals von selbst entsteht, sondern immer nur als Tochter von einer Mutterzelle geboren wird; gerade bei der Fortpflanzung der Zellen haben uns die Entdeckungen der letzten Jahre eine ungeahnte Folge innerer Bewegungen, erregt von geheimnißvollen Kräften, enthüllt.

Nachdem das Problem der ersten Entstehung der Zellen seiner Lösung nahe gebracht worden war, blieb noch das zweite Problem: wie entwickelt sich aus der ersten Zelle die zusammengesetzte Pflanze mit ihren mannigfaltigen Organen, deren jedes wieder aus zahllosen Zellen besteht? Das Mikroskop gab auch hierüber Aufschluß: quer durch den innern Raum jener ersten Zelle zieht sich eine Scheidewand und theilt denselben in zwei Kammern; jede dieser Kammern ist eine Zelle für sich und theilt sich durch eine neue Scheidewand wieder in zwei Abtheilungen; indem Scheidewand auf Scheidewand sich zieht, entsteht das vielkammerige, vielzellige Gebäude, das wir eine Pflanze nennen. Wie beim Bau eines Hauses nach vorgeschriebenem Grundriß Baustein auf Baustein, Wand an Wand gesetzt wird, so fügt sich beim Aufbau der Pflanze Zelle an Zelle nach einem eingeborenen Bauplan, der, bei jeder Pflanzenart verschieden, durch Vererbung von Geschlecht zu Geschlecht sich überträgt. Eine unwandelbare Regel bestimmt, an welcher Stelle, in welcher Reihenfolge die Wände gerichtet, die Stockwerke über einander gesetzt, die Zellen ausgeweitet und ausgebaut werden sollen, wo zwischen der Zellenflucht leere Gänge offen gelassen, wo durch Wegräumen von Scheidewänden ganze Zellenreihen in einen einzigen Raum vereinigt werden sollen. Natürlich waren es die größeren Blüthenpflanzen, mit deren Formen

wir am meisten vertraut sind, auf welche das Studium der Entwickelungsgeschichte zuerst sich richtete; aber bald zeigte sich, daß gerade die unscheinbaren und einfacheren Pflanzen, welche Ray als niedere Blüthenlose ausgeschieden, Linné in das Reich der Kryptogamen zusammengefaßt, und von deren verborgener Fortpflanzung und Formgestaltung zuerst im achtzehnten Jahrhundert italienische Forscher den Schleier zu heben versucht hatten, daß Farne, Moose, Algen, Pilze dem Forscher weit reichere Ausbeute gewähren. Denn je einfacher eine Pflanze, je unvollkommener ihre Organe, desto geringer ist die Zahl ihrer Zellen, desto klarer ihr Aufbau zu überschauen, ihre Entwickelung zu verfolgen. Aber gerade bei diesen niedersten Gewächsen ist die Entwickelung von den mannigfaltigsten und überraschendsten Vorgängen begleitet. Nur hier begegnen uns jene Fortpflanzungszellen, die, gleich Infusorien gestaltet, unter lebhafter Bewegung im Wasser umher schwärmen; hier zeigt sich in unsichtbaren Kügelchen oder Fädchen Trennung der Geschlechter, Mannigfaltigkeit der Fortpflanzungsweisen, daneben Metamorphosen, viel weiter gehend, als Goethe sie geahnt, wo ein und dasselbe Wesen in verschiedenen Altereszuständen so verschieden aussieht, daß man dieselben für ganz verschiedene Arten halten könnte. Kaum kann Derjenige, der solchen Untersuchungen fern steht, sich eine Vorstellung machen von dem Zauber, mit dem oft ein ganz unscheinbares Pflänzchen Stunden, Tage, Wochen lang den Beobachter am Mikroskop festhält, bis es ihm gelingt, eine Lücke im Kreise seiner Entwickelungsgeschichte zu schließen. Kein Wunder, daß seit vierzig Jahren fast alle hervorragenden Botaniker sich mit der Entwickelungsgeschichte der Pflanzen beschäftigt haben; und nicht ohne Genugthuung kann ich es aussprechen, daß die bedeutendsten Entdeckungen auf diesem Felde von deutschen Forschern ausgegangen sind, welche seit einem halben Jahrhundert in der Genauigkeit ihrer mikroskopischen Untersuchungen und in der Weite ihrer Ideen allen andern Nationen als Führer und Vorbilder

gedient haben. Auch im Gebiete der Botanik stehen die „chips from a german workshop", die Schnitzel aus deutscher Werkstatt, in höchster Achtung bei dem Auslande, und gern ergreife ich die Gelegenheit, wenigstens die ersten der Meister zu nennen, deren Werke zu den bedeutendsten Schöpfungen deutscher Wissenschaft zählen: zuerst Matthias Schleiden, der durch seine Forschungen über die Entstehung der Zelle im Allgemeinen, und des Pflanzenkeims insbesondere, im Jahre 1837 den mächtigsten Impuls gegeben, neben ihm Hugo Mohl von Tübingen, Alexander Braun von Berlin, Wilhelm Hofmeister von Heidelberg, Johannes Hanstein von Bonn, Karl Nägeli von München, Anton De Bary von Straßburg, die alle nicht mehr unter den Lebenden weilen; dann Julius Sachs in Würzburg, Pringsheim und Schwendener in Berlin, Pfeffer in Leipzig, Göbel in München, Strasburger in Bonn, Wiesner in Wien: unter der Führung dieser und noch vieler anderer Meister hat sich, nachdem in den letzten dreißig Jahren fast auf allen deutschen und außerdeutschen Universitäten öffentliche botanische Laboratorien, pflanzenphysiologische Institute errichtet worden, eine Schule jüngerer Forscher herangebildet, welche die Entwickelungsgeschichte der Pflanzen so beharrlich und erfolgreich bearbeiten, daß gegenwärtig kaum noch eine wichtige Pflanzenart existirt, bei der nicht die Kette ihrer Entwickelung, Glied an Glied aneinander gereiht und zum geschlossenen Ringe zusammengefügt ist. Und da zu gleicher Zeit auch die Entwickelung der Thierwelt nicht minder vollständig beobachtet und erforscht wird, so sind wir gegenwärtig im Stande, die Entwickelung der gesammten lebenden Welt von den einfachsten Pflanzen bis zum höchsten Wesen, dem Menschen, zu verfolgen und durch Vergleichung ihrer Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten die allgemeinen Entwicklungsgesetze des Lebens zu ergründen.

Aber in der Entwickelungsgeschichte ist die Bedeutung nicht erschöpft, welche das Mikroskop für die wissenschaftliche Botanik gewonnen hat. Denn die Zellen, deren Gestaltung und Entwickelung

das Mikroskop uns vorführt, sind nicht bloß die Bausteine, durch deren Aufeinanderlegung der Pflanzenleib sich aufbaut; jede Zelle ist auch ein lebendes Wesen für sich, ja sie ist das eigentlich Lebendige in der Pflanze. Denn wenn der Baum aus der Erde seine Nahrung aufnimmt, so sind es die Zellen seiner Wurzeln, die sich mit dem Wasser sättigen, welches in den Poren des Bodens verborgen rinnt; wenn die Laubwipfel im Sonnenlicht Lebensluft ausathmen, so sind es die grünen Zellen des Blattgewebes, welche aus der Atmosphäre Kohlensäure einschlürfen und aus dieser Luftart durch eine von der Sonne auf sie übertragene Kraft grünes Pigment, Stärke und andere Stoffe erzeugen, während sie den Sauerstoff in die Luft wieder ausstoßen. Wächst die Pflanze, so sind es ihre Zellen, die sich in Folge ihrer Ernährung dehnen und strecken; bilden sich neue Organe, so vermehren sich die Zellen durch Theilung in einer gewissen Region; erkrankt die Pflanze, so sind es die Zellen, welche in ihrer normalen Lebensthätigkeit gestört sind, und stirbt die Pflanze, so sind es wieder die Zellen, in denen das Leben erlischt. Wenn in den letzten Jahrzehnten die Experimentalphysiologie der Pflanzen ihre Methoden vervollkommnet und die Beziehungen des Pflanzenlebens zum Licht, zur Wärme, zur Schwerkraft, zur Elektrizität und zu den chemischen Anziehungskräften weit klarer entwickelt hat, als das vor 100 Jahren möglich war, so hat sie doch nie die Aufgabe aus dem Gesicht verloren, die Erscheinungen des Pflanzenlebens aus dem Leben der Zellen abzuleiten.

Nun hat uns aber im Jahre 1838 Theodor Schwann gelehrt, daß auch der Entwickelungskreis jeglichen Thieres und sogar des Menschen mit einer einfachen Zelle beginnt, daß alle Organe des Thieres aus Zellen zusammengesetzt und aus der Theilung jener ersten Zelle hervorgegangen sind.[25]) Aber die Thierzelle ist das nämliche Gebilde wie die Pflanzenzelle; es giebt nur Eine Zelle und Ein Leben. Wie aber der Mathematiker den Werth einer unbekannten Größe nur in einer einfachen Gleichung bestimmen kann,

so erkennt auch der Naturforscher die unbekannten Gesetze des Lebens am leichtesten in ihrer einfachsten Erscheinung, in der Pflanzenzelle. Und wenn unter Virchow's genialem Vorgang die Lehre vom kranken Menschen, die Pathologie, auf die Lehre von der kranken Zelle gebaut worden ist, so hat die Erforschung der Pflanzenzelle das wissenschaftliche Fundament dazu gegeben.

Eine ganz besondere Bedeutung hat in neuester Zeit die Lebensgeschichte der Pilze gewonnen, indem sie in Beziehung tritt zu einer Reihe hochwichtiger Probleme, deren endgiltiger Lösung die Menschheit mit Spannung entgegensieht, da sie an ihnen mit ihrer ganzen Existenz betheiligt ist. Seit undenklichen Zeiten dezimiren Rost, Brand und Mehlthau die Ernten; in den letzten 50 Jahren sind in rascher Aufeinanderfolge fast alle angebauten Gewächse von Epidemien heimgesucht worden, welche erst unbeachtet im Verborgenen umher schlichen, dann wie mit einem Male über weite Landstriche sich ausbreiteten und Mißwachs, Theuerung, Hungersnoth über die Völker brachten. Ganz besonders hatte sich seit 1845 die Krankheit der Kartoffeln, seit 1848 der echte, seit 1878 der falsche Mehlthau [29]) den Rebenpflanzungen des Südens furchtbar gemacht; auch die Zuckerpflanzungen und Kaffeeplantagen der Tropen sind durch Krankheiten verwüstet worden; ja sogar die Insekten, von den Stubenfliegen bis zu den Seidenwürmern, den Bienen und den Wälderverheerenden Nonnenraupen, werden von Seuchen befallen. Alle diese Epidemien werden, wie wir jetzt wissen, von mikroskopischen Pilzen verursacht, deren Keime von Pflanze zu Pflanze, von Insekt zu Insekt verbreitet, zugleich den Keim tödtlicher Erkrankung übertragen.

Nachdem diese Thatsachen festgestellt waren, mußte sich von selbst die Frage aufdrängen, ob jene heimtückischen Völkerseuchen, welche, von Land zu Land wandernd, an einzelnen Orten meist nur eine Zeit lang verweilen, dann verschwinden, um nach längeren oder kürzeren Zwischenräumen wiederzukehren, nicht auch von mikroskopischen

Pilzen erzeugt werden? Wir wissen, daß in allen diesen Krankheiten ein Giftstoff sich vom Kranken auf den Gesunden überträgt; in den letzten drei Jahrzehnten ist durch eine Reihe glänzender Entdeckungen, die sich an die Forschungen von Louis Pasteur, Robert Koch und deren Schüler knüpfen, der Beweis geführt worden, daß bei Unterleibs- und Rückfalltyphus, bei Blutvergiftung der Verwundeten und der Wöchnerinnen, bei Cholera und Tuberkulose, bei Lungenentzündung und bei Starrkrampf, nicht minder auch bei vielen Thierseuchen, Milzbrand und Rauschbrand, Perlsucht und Rotz, Schweinerothlauf und Geflügelcholera, selbst beim Typhus der Feldmäuse und noch bei einer großen Anzahl anderer Krankheiten von Thieren und Menschen dieser Giftstoff von außerordentlich kleinen Pilzen erzeugt wird, die ins Innere des lebenden Organismus eindringen und sich im Blut und in den Organen maßlos vermehren; nachdem der unsichtbare Feind erkannt wurde, ist auch wenigstens die Möglichkeit gegeben, ihn fern zu halten und seine verderblichen Einwirkungen zu bekämpfen.

In früherer Zeit bestand ein intimes Verhältniß zwischen Pflanzenkunde und Heilkunde; jene hatte den Aerzten ihre kräftigsten Medikamente zu liefern und empfing dafür von ihnen Förderung ihrer wissenschaftlichen Bestrebungen; heutzutage ist diese Verbindung gelockert, da die meisten „offizinellen" Pflanzen aus dem modernen Arzneischatz beseitigt sind und nur als Hausmittel ein obskures Dasein fristen. Dafür haben sich in der Erforschung der krankheiterzeugenden Pilze neue Probleme für beide Wissenschaften aufgethan, die nur durch gemeinsame Arbeit zum Heil der Menschheit gelöst werden können. Auch mit der öffentlichen Gesundheitspflege, der modernen Technik und der Land- und Forstwirthschaft hat die Botanik innigere Verbindungen angeknüpft. Die uralten Gewerbe der Milchwirthschaft, der Bäckerei, der Bierbrauerei, der Wein- und Essigbereitung, die Fabrikation der Konserven sind durch die Erforschung der Gährung erregenden Pilze nicht bloß auf eine wissenschaftliche

Grundlage gestellt, sondern auch durch neue, praktisch bewährte Methoden gefördert worden. In der Landwirthschaft gilt es, die Bedingungen zu erforschen, unter denen eine Pflanze die größte Menge von Eiweiß, Stärkemehl oder Zucker zu erzeugen vermag, wobei sich das unerwartete Ergebniß herausgestellt hat, daß gerade der wichtigste unter den Nährstoffen der Pflanzen, der Stickstoff, denselben erst durch die Thätigkeit mikroskopischer Pilze zugängig gemacht wird; in den Forsten kommt der Botanik mehr das Amt der Hygiene zu; sie lehrt uns die Bedingungen kennen, von denen die Gesundheit unserer Waldbäume abhängt, und die Schädlichkeiten beseitigen, welche dieselben mit Krankheit und Absterben bedrohen, die auch hier in der Regel von Pilzen veranlaßt werden. Für die Pflege der öffentlichen Gesundheit aber leistet die Botanik unschätzbare Dienste, indem sie die schädlichen Keime erkennen lehrt, welche Luft, Wasser und Erdboden verunreinigen.

So ist die Botanik der Gegenwart heraus getreten aus dem engen Rahmen, in dem ihr beschränktes Forschungsgebiet sie festzubannen schien; sie hat sich zu den höchsten Problemen der Naturwissenschaft gewendet und ist ein einflußreicher Faktor geworden unseres gesammten Kulturlebens; wir erhielten von ihr und erwarten von ihr noch weitere Aufschlüsse über die Kardinalfragen der Naturwissenschaft: was ist Leben? was ist Tod? wie entsteht, wodurch erhält sich, wie vergeht das Leben? giebt es eine besondere Lebenskraft, die unwandelbar und unzerstörbar die nämliche bleibt, auch wenn das Einzelwesen vernichtet wird? oder ist Leben eine bloße Erscheinungsform der allgemeinen Bewegungsenergie der Materie? ist es den andern Kräften, dem Licht, der Wärme, der Elektrizität, dem Chemismus äquivalent? kann es nach dem Gesetz der Erhaltung der Kraft in diese umgewandelt werden und aus ihnen hervorgehen? auf welche Weise hat das Leben auf der Erde seinen Anfang genommen? wie hat es sich in den unzähligen Gestalten der Thier- und Pflanzenwelt verkörpert? wie hat es sich in den Perioden der

aufeinander folgenden geologischen Zeitalter gewandelt? wie erklärt es sich, daß die Eltern den größten Theil ihrer Eigenschaften auf ihre gesammte Nachkommenschaft bis in die fernsten Generationen vererben? und wie erklärt es sich, daß gleichwohl ein jedes Einzelwesen gewisse Eigenthümlichkeiten besitzt, durch die es sich von den Eltern wie von den Geschwistern unterscheidet, die es oft, aber nicht immer, wieder auf seine Nachkommen vererbt, und dadurch einer besonderen Spielart, einer Abart, vielleicht selbst einer neuen Art den Ursprung geben kann? und sind die höchsten Lebensäußerungen, sind Selbstbewußtsein, Empfindung, Wollen, Vorstellen, Denken die Leistungen eines besonderen Prinzips, oder sind sie nur Erscheinungsformen des allgemeinen Lebens und lassen sich ihre verschleierten Anfänge bis hinab zu den einfachsten Wesen, und selbst bis zu den Pflanzenzellen zurück verfolgen?

Es war nur meine Absicht, in dem eng begrenzten Raume, der mir hier zugemessen, die Probleme anzudeuten, an welche sich die wissenschaftliche Botanik der Gegenwart heran wagt, und deren Lösung sie vorzubereiten sucht, nicht durch theoretische Spekulationen, sondern durch induktive Schlußfolgerungen aus sorgfältig beobachteten Thatsachen und planvoll ausgesonnenen Versuchsreihen. Wenig würde es frommen, wollte ich es versuchen, in aller Kürze die Antworten zusammenzufassen, welche wir bisher auf diese Fragen erlangten; denn nicht in abgerissenen Lehrsätzen läßt sich die geistige Arbeit der Wissenschaft davon tragen: wer von ihr Gewinn haben will, darf sich nicht scheuen, den Weg selbst zu verfolgen, auf welchem die Ergebnisse gewonnen und gesichert wurden. Wer am edlen Wein der Erkenntniß sich stärken will, muß selbst die Traube pressen, er muß die trübe Gährung abwarten, ehe mit wieder gewonnener Klarheit sich Blume und Geist entwickelt.

Auf einzelne der hier berührten Probleme soll in den späteren Abschnitten dieses Buches näher eingegangen werden; hier habe ich meine Aufgabe darauf beschränkt, öffentlich Rechenschaft abzulegen

von den Zielen, welche die Männer der Wissenschaft, in der ich selbst meinen Lebensberuf gefunden, anstreben, und welchen sie trotz der wechselnden Probleme der verschiedenen Zeitalter durch beharrliche Arbeit immer näher gekommen sind seit jenem Moment, wo die Botanik vor 22 Jahrhunderten durch das Genie des Aristoteles und Theophrastos zu einem selbstständigen Gebiete menschlicher Forschung gestaltet wurde. Es ist mein Wunsch und meine Hoffnung, auch in weiteren Kreisen eine erhöhte Theilnahme zu erregen für die Leistungen unserer Meister, welche auch an ihrem Theile dazu beitrugen, dem Namen deutscher Wissenschaft Ehre zu machen und der deutschen Nation in unserm Zeitalter den hohen Rang unter den Kulturvölkern Europas zu erkämpfen. Wenn gleichwohl die Strömungen, welche unsere botanische Welt erregen, in den weiteren Kreisen des Volkes kaum empfunden werden, so liegt, wie ich gezeigt zu haben glaube, die Ursache nicht in der esoterischen Natur ihrer Probleme, welche gerade zu den wichtigsten Aufgaben der Naturwissenschaft gehören; ich suche vielmehr die Schuld darin, daß unsere Schulen nach hergebrachter Methode in der aufwachsenden Generation den Sinn für die Natur und ihre Erscheinungen nicht genug wecken und ihr nicht die nöthigen Vorkenntnisse mitgeben, ohne welche freilich ein warmes Interesse und ein lebendiges Verständniß naturwissenschaftlicher Fragen unmöglich ist. Gerade in der gegenwärtigen Zeit, wo die Frage von der Erziehung des deutschen Volks wieder in Fluß gerathen, und wo die Männer, welchen die Leitung unserer idealen Interessen anvertraut ist, es als ihre höchste Aufgabe erkannt haben, daß die Kulturerrungenschaften unserer bisherigen geschichtlichen Entwickelung, daß vor Allem die Zukunft des deutschen Reichs sicher zu stellen sei durch eine wissenschaftliche und sittliche Heranbildung der Jugend: halte ich es für meine Pflicht, bei jeder Gelegenheit dafür einzutreten, daß jene hergebrachte Vernachlässigung der Naturwissenschaften endlich aufhöre; und wie jener alte Römer am Schluß jeder seiner Reden sein ceterum censeo anbrachte, gleich-

viel ob es paßte oder nicht, will auch ich meine Darstellung botanischer Probleme mit den Worten schließen:

Uebrigens meine ich, daß den Naturwissenschaften in dem öffentlichen Unterricht die Stellung angewiesen werde, die ihnen nach ihrer Bedeutung für die materielle Entwickelung und für die humane Bildung unseres Zeitalters gebührt.

Erläuterungen.

[1]) (S. 4.) Die Botanik des Aristoteles (387—322 v. Chr.) „Theorie der Pflanzen" ist verloren gegangen, und nur Auszüge aus derselben sind erhalten, welche, in Verbindung mit den auf die Pflanzen bezüglichen Stellen in anderen Aristotelischen Schriften, von Henschel und Wimmer gesammelt und von Ernst Meyer in seiner ebenso geistvoll und anziehend, wie gründlich geschriebenen Geschichte der Botanik, Bd. I. 94, übersetzt sind. Im Mittelalter wurde dem Aristoteles ein von Nicolaus Damascenus im 5. Jahrhundert n. Chr. verfaßtes Buch über die Pflanzen untergeschoben, das gleichwohl auf die Botanik dieses Zeitalters großen Einfluß gewann.

[2]) (S. 4.) Die Titel der beiden botanischen Lehrbücher des Theophrastos (371 bis 286 v. Chr.) lauten etwa: „Naturgeschichte der Gewächse" in zehn Büchern, von denen neun erhalten sind, und „über die Ursachen des Pflanzenlebens" in acht Büchern. Leider befindet sich der Griechische Text zum Theil in sehr verworrenem Zustande; eine kritische deutsche Uebersetzung ist noch nicht vorhanden.

[3]) (S. 5.) Ausführlich sind die Schilderungen des Theophrastos über die Meeresalgen (Hist. plant. IV 6.), in denen wir mehrere charakteristische Gattungen des Mittelmeeres, und selbst des Atlantischen und des Indischen Ozeans wiedererkennen; Theophrastos unterscheidet die Algen der Küsten und der Hochsee, litorale und pelagische Arten.

[4]) (S. 6.) Erst im Jahre 1583 erschien in Florenz ein Buch, das als eine Fortsetzung und Fortbildung der Botanik des Theophrastos bezeichnet werden kann: de plantis libri XVI, von Andrea Cesalpino, Prof. der Botanik und Vorsteher des Pflanzengartens zu Pisa; hier zum ersten Male wieder werden die Pflanzen nicht wegen ihres medizinischen Nutzens oberflächlich beschrieben, sondern in den Organen ihrer Vegetation und Fortpflanzung sorgfältig untersucht und verglichen.

[5]) (S. 7.) Die Bücher XII—XXI der Naturgeschichte des Plinius enthalten ein vollständiges Lehrbuch der Botanik, in welchem alles, was Griechische und

Römische Schriftsteller über landwirthschaftliche, Heil- und Zierpflanzen geschrieben, mit Bienenfleiß zusammengetragen und verarbeitet ist. Plinius verdient unsere Bewunderung auch als der erste Märtyrer der Naturwissenschaft; denn beim Ausbruch des Vesuv im Jahre 79 schiffte er von Miseno, wo er als Admiral einer Römischen Flotte stationirt war, sofort nach der Küste des vom Untergang bedrohten Pompeji hinüber, um das furchtbare, damals noch nie beobachtete Naturphänomen zu untersuchen, und fand dabei seinen Tod.

[6]) (S. 8.) Der große Provinzial der Deutschen Dominikaner, Albert Bollstädt von Lauingen, bekannt als Albertus magnus (1193—1280), war der einzige Mann im ganzen Mittelalter, der sich selbständig und eingehend mit der Erforschung der Natur beschäftigt und selbst eine ausführliche Botanik geschrieben hat (de vegetabilibus libri VII); doch auch er wurde von den Zeitgenossen als unheimlicher Zauberer angesehen, und manche Legende berichtet von seinen magischen Wunderthaten, wie er denn in seinem Kloster zu Köln mitten im tiefsten Winter den Grafen Wilhelm von Holland unter blühenden Bäumen bewirthet haben soll. Die Botanik des Albertus magnus fußt ganz auf Aristoteles, dessen begeisterter Apostel er war, zeigt aber doch, daß der unermüdlich thätige Mann nicht verschmähte, die Pflanzen auch in der Natur zu beobachten.

[7]) (S. 8.) Theodoros von Gaza übersetzte 1451 des Theophrastos Naturgeschichte der Pflanzen, von der er eine Abschrift 1430 nach der Eroberung seiner Vaterstadt Thessalonike (Saloniki) nach Italien mitgebracht hatte, auf Befehl von Pabst Nicolaus V. ins Lateinische; diese Uebersetzung wurde 1483 in Treviso, das Griechische Original 1497 in Venedig gedruckt; Dioskorides war schon 1478, Plinius schon 1469 in Venedig zum ersten Male gedruckt worden. Es war ein wunderbar glückliches Zusammentreffen, daß um die nämliche Zeit, wo durch die Eroberung Konstantinopels von den Türken der letzte Funke Griechischer Kultur ausgetreten wurde, durch die gleichzeitig in Deutschland gemachte, aber in Italien zuerst für die klassische Litteratur verwerthete Erfindung des Bücherdrucks die Ueberreste der Griechischen Schriftdenkmäler vor dem völligen Untergang bewahrt wurden.

[8]) (S. 9.) Der Erste, der ein mit meisterhaften Holzschnitten illustrirtes Kräuterbuch (Herbarium vivum) herausgab, war Otto Brunfels aus Braunfels im Lahnthal (1488—1536); seine Zeitgenossen waren Hieronymus Bock (Tragus) von Heidelberg (1498—1554) und Leonhard Fuchs von Tübingen (1501—1566), nach welchem die Fuchsien benannt sind; etwas jünger sind Adam Lonicer von Frankfurt (1528—1586) und Theodor Tabernaemontanus von Bergzabern († 1590). Mit ihnen wetteiferte Peter Andreas Mattioli von Siena, Leibarzt des Kaiser Rudolph II. (1501—1577); seine von 1200 vortrefflichen Pflanzenabbildungen erläuterte Botanik (Commentarii in Dioscoridem) erlebte von 1554 bis 1744 nicht weniger als 61 Auflagen und wurde in fünf Sprachen über-

setzt. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts, als die Blüthezeit der Renaissance in Italien vorüber war, und in Deutschland die Schrecken des 30jährigen Krieges in dem Ueberwuchern konfessioneller Kämpfe schon ihren Schatten voraus warfen, übernahmen die durch ihren Befreiungskampf zu frischem Leben erweckten Niederlande die Führung der Geister auf allen Gebieten der Kunst und Wissenschaft, wie des politischen Lebens; die hervorragendsten Botaniker dieser Zeit, Rembert Dodonaeus (1517—1885), Carolus Clusius (1526—1601), Matthias Lobelius (1538—1616) gehörten den Niederlanden an. Auch die Schweiz, wo schon einer der edelsten und universellsten Vertreter des Humanismus, Conrad Gessner von Zürich (1516—1569), zugleich als einer der Wiedererwecker der Pflanzenkunde und als erster Erforscher der Alpenflora gewirkt hatte, stellte in den Brüdern Johann (1541—1613) und Caspar Bauhin (1560—1624) von Basel den glänzenden Abschluß dieses Jahrhunderts, das auch für die Botanik ein secolo d'oro gewesen ist.

[9]) (S. 10.) Das erste Land, von dem eine Zusammenstellung seiner Pflanzen, oder wie wir jetzt nach Linnés Vorgang sagen, eine Flora veröffentlicht wurde, ist Schlesien; der Hirschberger Stadtarzt Caspar Schwenckfeld schrieb 1600 einen „Stirpium in Silesia crescentium Catalogus", in welchem die wichtigsten in der Ebene und im Riesengebirge wachsenden Arten, 766 an Zahl, und über 500 in Gewächshäusern, Gärten und Feldern angebaute Pflanzen aufgezählt werden. Vergl. F. Cohn: Caspar Schwenckfeld in: Grätzer, Lebensbilder Schlesischer Ärzte 1889.

[10]) (S. 10.) Es ist dies die Definition der Botanik durch Boerhave von Leyden (1668—1738), den berühmten Lehrer Linnés: „Botanice est scientiae naturalis pars, cujus ope felicissime et minimo negotio plantae cognoscuntur et in memoria retinentur."

[11]) (S. 11.) So einfach und selbstverständlich uns heute die Kunst der Pflanzenbeschreibung erscheint, so war sie doch den Alten völlig unbekannt; sie halfen sich durch Vergleichen mit anderen Pflanzen, von denen sie voraussetzten, daß sie Jedermann kenne; wenn sie z. B. den Oleander beschreiben wollten, so sagten sie von ihm, er trage „Blätter wie Lorbeer und Blumen wie die Rose". Die Folge dieses rohen Verfahrens ist, daß wir von einem sehr großen Theil der bei den Griechischen und Römischen Schriftstellern aufgezeichneten Pflanzennamen nicht mehr wissen, was darunter gemeint sei.

[12]) (S. 11.) Durch die von Linné (1707—1778) zuerst in seinem 1753 erschienenen Buche „Species plantarum" eingeführten Doppelnamen der Pflanzen wurde mit einem Schlage die Verwirrung gehoben, welche die Vorgänger dadurch in die Botanik gebracht hatten, daß eine und die nämliche Pflanze von verschiedenen Schriftstellern ganz verschieden benannt, ein und der nämliche Name von dem Einen auf diese, von Anderen auf jene Pflanze angewendet wurde. Alle vor 1753 gegebenen Namen wurden seitdem außer Gebrauch gesetzt und höchstens

als Synonyme den allein giltigen Linnéschen Benennungen angehängt. Diese sind lateinische und haben in der Sprache der Wissenschaft allein Bürgerrecht; bei den Deutschen Pflanzennamen herrscht noch die alte Verwirrung; so bezeichnet z. B. Flieder zwei ganz verschiedene Sträucher, den einen mit den breiten weißen Schirmdolden (Sambucus nigra), den anderen mit den lilafarbenen Blüthenrispen (Syringa vulgaris): letzterer wird aber auch in einzelnen Gegenden als Hollunder, Syrene, Nägelein, Lilak bezeichnet; wegen dieser Unklarheit sind die Deutschen Pflanzennamen für den wissenschaftlichen Gebrauch ungeeignet und nur die lateinischen, die zugleich internationale Geltung haben, zulässig. Die meisten Deutschen Pflanzenbenennungen, die nicht volksthümlich gewachsen, sondern willkürlich in der Studirstube erfunden sind, gleichen darin den Verdeutschungen von Gerichten in den modernen „Speisefolgen", daß man sie erst versteht, wenn man sie in die fremde Sprache zurück übersetzt hat.

[13]) (S. 12.) Methodus naturalis est ultimus finis botanices. Linné, Philosophia botanica 1751 S. 101.

[14]) (S. 12.) John Ray (1627—1705) veröffentlichte seine „Methodus plantarum nova" zuerst 1683, dann verbessert 1703; als Aufgabe derselben bezeichnete er: die Vereinigung derjenigen Pflanzen, welche die allermeisten, nicht bloß die wichtigen, sondern auch die untergeordneten Merkmale mit einander gemein haben und deshalb die nächste Verwandtschaft besitzen (cognata consociare, aliena separare); die Gruppen solcher nächstverwandter Pflanzen (Coniferae, Gramineae, Papilionaceae, Cruciferae u. s. w.) nannte er Genera; heut bezeichnen wir sie nach dem Vorgang von Magnol (1689) als natürliche Pflanzenfamilien.

[15]) (S. 12.) A. L. de Jussieus (1748—1836) bahnbrechendes Werk „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita" erschien 1789; wesentliche Verbesserungen gewann das natürliche System durch A. P. de Candolle, Robert Brown, Bartling, Endlicher, Ad. Brongniardt, Lindley, Al. Braun, Eichler u. A.; doch haben die von Ray zuerst erkannten Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs, wenn auch mit veränderten Namen, bis heut Geltung behalten.

[16]) (S. 14.) Nachdem William Harvey (1578—1657), in scharfsinniger Verbindung der von den großen italienischen Anatomen des 16. Jahrhunderts angebahnten anatomischen Zergliederung mit dem physiologischen Experiment, den doppelten Kreislauf des Blutes in seiner Schrift „De motu cordis et sanguinis" 1628 festgestellt hatte, beschäftigte sich Hales (1677—1751), auch ein Englischer Landgeistlicher, mit Studien über die Druckkräfte des Blutstroms, und schrieb eine „Statik des Blutes", bevor er die dort erprobten Untersuchungsmethoden in seiner „Statik der Gewächse" (vegetable statics) 1727 auf die in den Pflanzen wirkenden Kräfte übertrug.

[17]) (S. 16.) J. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie 1841.

[18]) (S. 16.) Boussingault, Economie rurale 1844.

[19]) (S. 17.) Das geschah bereits in der 1759 zu Halle gedruckten medizinischen Doktordissertation von Caspar Friedrich Wolff: Theoria Generationis, deutsch Theorie der Zeugung 1764; vergl. über ihn auch den Abschnitt „Goethe als Botaniker".

[20]) (S. 17.) Vergl. den Abschnitt „Die Orchideen."

[21]) (S. 18.) Vergl. den Abschnitt „Goethe als Botaniker".

[22]) (S. 18.) A. v. Humboldts (1769—1859) grundlegende Schrift: „Essai sur la géographie des plantes" erschien 1805 bald nach der Rückkehr von der großen amerikanischen Forschungsreise (1799—1803); nach ihm wurde die Pflanzengeographie vorzugsweise durch Grisebach (1814—1879) und Alphons Decandolle (1806—1893) ausgebaut.

[23]) (S. 19.) Charles Darwin (1809—1882), „On the origin of species by means of natural selection" erschien in erster Auflage 1859; alle seine späteren Schriften enthalten Ausführungen und neue Beweismittel für die Grundgedanken dieses Buches.

[24]) (S. 19.) Franz Unger (1800—1870): Geologie der europäischen Waldbäume 1870 u. a.; Oswald Heer (1809—1883): Klima und Vegetation der Tertiärländer 1860, Urwelt der Schweiz 1865, Fossile Flora der Polarländer 1868 bis 1883; Saporta: Die Pflanzenwelt vor dem Menschen, übersetzt von K. Vogt 1881 u. a.; Engler: Versuch einer Entwickelungsgeschichte der extratropischen Florengebiete 1879—1882.

[25]) (S. 20.) Die Erfindung des Mikroskops ist bisher den Niederländern zugeschrieben worden; doch ist in neuester Zeit von italienischer Seite durch Dokumente nachgewiesen worden, daß Galilei das Instrument erfunden habe, das gleichsam eine Umkehrung seines Fernrohrs war. Vergl. Saccardo: l'invenzione del microscopio composito, dati e commenti; Malpighia 1891.

[26]) (S. 20.) Der große Anatom von Bologna, Marcello Malpighi (1628 — 1697), hatte zuerst mit seinem Mikroskop die Organe des Thierkörpers untersucht und auch als der Erste die Entwicklung des Huhns im Ei erforscht; er war der Begründer der mikroskopischen Anatomie oder Gewebelehre der Thiere geworden, bevor er dasselbe Instrument seit 1662 auch zur Erforschung des inneren Baus der Pflanzen anwendete. Auf seine Anregung benutzte dann auch der Londoner Arzt Nehemias Grew (1641—1711) das Mikroskop zur Grundlage der Pflanzenanatomie. Als Dritter unter den Vätern der mikroskopischen Pflanzenanatomie ist noch Anthony van Leeuwenhoek in Delft (1632—1723) zu nennen, der seine Beobachtungen nicht, wie die beiden anderen, vermittelst des zusammengesetzten Mikroskops, sondern mit Hilfe kleiner geschliffener Glaslinsen anstellte; aber er brachte es in der Kunst, dieselben zu schleifen, zu solcher Vollkommenheit, daß er damit die Leistungen der übrigen Instrumente in Schatten stellte, und nicht

bloß der wahre Entdecker der mikroſkopiſchen Welt, der Infuſorien, Bakterien, Hefepilze wurde, ſondern auch in der Organiſation der Pflanzen Feinheiten entdeckte, die den Vorgängern verborgen geblieben waren.

[27]) (S. 21.) Matthias Schleiden: Beiträge zur Phytogeneſis 1837.

[28]) (S. 25.) Th. Schwann (1810—1882): Vergleichende Unterſuchungen über die Uebereinſtimmung in der mikroſkopiſchen Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1838—1839.

[29]) (S. 26.) Oidium (Erysiphe) Tuckeri — Peronospora viticola; beide aus Nordamerika eingeſchleppt.

Lebensfragen.

Lebensfragen.[1])

Als der weise Richter im Osten die Frage entscheiden sollte, welcher von den drei Ringen der echte sei, vertagte er die Sache und verwies die streitenden Parteien, von denen jede den Ring der Wahrheit allein zu besitzen vermeinte, auf seinen weiseren Nachfolger, der in tausend, tausend Jahren auf seinem Stuhle sitzen werde.

Nicht bloß die Frage von dem Werthe der Religionen, auf die des Dichters Parabel zielte, ist dem Richterstuhl der Zukunft vorbehalten. Auch in der Wissenschaft giebt es Probleme, mit denen seit Jahrtausenden Denker und Forscher sich beschäftigen und die doch noch immer ungelöst, von einer Generation auf die andere sich forterben. Zu diesen gehören vor Allem die Fragen vom Leben:

Worin besteht das Wesen des Lebens? Wie wird Leben erzeugt, erhalten, vernichtet? In welchem Verhältniß steht das Lebendige zum Leblosen, steht Leben zu Seele und Geist?

Damals, als längs der heut verödeten Küsten des Jonischen und Aegäischen Meeres gleich einer ununterbrochenen Kette von Leuchtthürmen die hellenischen Mutter- und Pflanzstädte das Licht einer hoch entwickelten Kultur ausstrahlten, wurden auch die Fragen vom Leben, welche zugleich die Lebensfragen der Wissenschaft sind, zuerst mit klarem Bewußtsein gestellt, und es wurden nicht nur die Grundbegriffe naturphilosophischen Denkens für alle Zeiten festgelegt, sondern auch die Lehre vom Leben im Zusammenhang mit der gesammten Weltanschauung zu Theorien ausgebildet, welche im Wesentlichen noch heut das Fundament der modernen Naturwissenschaft bilden. Der letzte und größte der griechischen Philosophen, welcher Tiefe spekulativer Ideen, Schärfe logischer Deduktion mit einem Reichthum naturwissenschaftlicher Spezialkenntnisse vereinigte wie kein zweiter vor und wenige nach ihm, Aristoteles, bezeichnete als Prinzip des Lebens die Seele; alles Lebendige, gleichviel ob Thier oder Pflanze, ist beseelt, wenn auch mit verschiedenen Seelenkräften begabt.[2])

Nachdem der Meister seinen Ausspruch gethan, galt die Frage für abgeschlossen, und den Nachfolgern schien nichts übrig zu bleiben, als seinen Wahrspruch zu deuten, auch wohl um- und mißzudeuten. Es vergingen in der That nahezu zweitausend Jahre, bevor die Frage vom Leben wieder aufgenommen und vor einem höheren Forum zur Verhandlung gebracht wurde.

Wenn wir das Zeitalter der Renaissance mit Recht als das der Wiedergeburt der europäischen Kultur bezeichnen, so denken wir dabei nicht bloß an die Verjüngung der Künste und der Litteratur nach antiken Vorbildern, sondern vor Allem auch an die Erweiterung des geistigen Horizonts und die Herrschaft über die Naturkräfte, welche die Menschheit den großen geographischen Entdeckungen des 15. und

16. Jahrhunderts und der an sie angeschlossenen Entwickelung der exakten Naturwissenschaften verdankt. Auch die Fragen vom Leben, bis dahin den dialektischen Spekulationen der Philosophen überlassen, wurden von jetzt in gegenseitig anregendem Wetteifer auch von den Naturforschern in Angriff genommen.

Hatten seit den Zeiten des Kopernikus die großen Astronomen zuerst erkannt, daß unabänderliche Gesetze, die sich in mathematische Formeln fassen lassen, die Bewegungen der Himmelskörper bestimmen, so bewiesen in ihrem Gefolge die Physiker, indem sie mit der mathematischen zugleich die experimentelle Methode ausbildeten, daß auch die Kräfte, welche die irdischen Körper bewegen, festen Gesetzen gehorchen. Die Anatomen und Physiologen des 17. Jahrhunderts versuchten bereits die Bewegungen der Säfte im lebenden Thier- und Pflanzenkörper auf exakte, vermittelst der Wage und des Maßstabes bestimmbare Gesetze zurückzuführen, und Newton konnte als oberstes Prinzip der Naturphilosophie den Satz aussprechen, daß ein einheitliches Gesetz die Bewegungen des gesammten Weltalls beherrsche.

Eine gleichsinnige Richtung nahm die Entwickelung der Philosophie. War bereits Descartes zu der Ueberzeugung gekommen, daß die Thiere nichts Anderes seien, als automatische Maschinen, so versuchten die englischen Erfahrungsphilosophen auch die Thätigkeiten der Seele nicht auf eine körperlose Substanz, sondern auf Affektionen des Körpers zu beziehen, und die französischen Encyklopädisten brachten den Satz, daß das gesammte Weltall mit Einschluß des Menschen ein bloßer Mechanismus sei, zum populären Bewußtsein ihrer Zeitgenossen.

Aber das deutsche Volksgemüth konnte sich nur widerstrebend in die mechanische Weltanschauung finden, und Goethe spricht gewiß nur eine in Deutschland allgemein verbreitete Anschauung aus, wenn er bereits in seiner Straßburger Zeit Holbachs Système de la nature „so grau, so kimmerisch, so todtenhaft findet, daß

man Mühe habe, seine Gegenwart auszuhalten und davor, wie vor einem Gespenste schaudere."

Aus dem Mittelalter war die Vorstellung von einer Geisterwelt überkommen, von der sämmtliche Bewegungen und Erscheinungen in der Natur wie im Menschen ausgehen; hatte die Aufklärung des 18. Jahrhunderts auch alle übrigen Geister gebannt, so hielt doch Einer Stand, der Spiritus rector des Lebens, der Lebensgeist, oder, wie er fortan mit geändertem Namen hieß, die Lebenskraft. In Schillers Horen vom Jahre 1795 veröffentlichte Alexander von Humboldt unter dem Titel „Der Rhodische Genius" eine Erzählung, in welcher er den Ansichten poetischen Ausdruck verlieh, die er aus seinen zwei Jahre früher in den Freiberger Bergwerken angestellten Versuchen über chemische Physiologie der Pflanzen gewonnen hatte.[3]) Es handelt sich um zwei räthselhafte Bilder in der Gemäldegallerie des alten Syrakus; auf dem einen sind männliche und weibliche Gnomen dargestellt, die sehnsüchtig zusammen zu kommen verlangen, aber von einem Genius, der gebieterisch die lodernde Fackel erhebt, auseinander gehalten werden. Auf dem Gegenstück stürzen die Gnomen zu stürmischer Umarmung, während der Genius, die erloschene Fackel senkend, in den Aether entflieht. Ein naturkundiger Philosoph giebt die Deutung: der Genius ist die Lebenskraft, welche die chemischen Elemente in den Dienst des Organismus zwingt und sie hindert, dem Zuge der innewohnenden Verwandtschaftskräfte zu folgen. Ist das Leben erloschen, so löst sich das Gefüge des Organismus, indem die Elemente sich nach ihren Wahlverwandtschaften verbinden.

Während Alexander von Humboldt schon zwei Jahre später, nachdem er Galvanis und Voltas Versuche über die elektrisch gereizte Muskel- und Nervenfaser wiederholt hatte, den Zweifel aussprach, ob denn wirklich in Thieren und Pflanzen eine besondere Kraft existire, welche die chemischen Elementarkräfte aufzuheben vermöge, wurde die Lebenskraft von den deutschen Naturphilosophen in den

ersten Dezennien dieses Jahrhunderts zum Grundstein eines mystischen Hypothesengebäudes gemacht. Die Lebenskraft hebt nicht bloß die chemischen, sondern auch alle übrigen Naturgesetze auf, um in voller Freiheit die Ideen des Weltschöpfers im Reiche des Lebens zu verkörpern. Nur in der leblosen Natur waltet das Gesetz mit unabänderlicher Nothwendigkeit; in den Pflanzen, den Thieren und vor Allem im Menschen wirkt die Lebenskraft bewegend, gestaltend und erhaltend, frei vom Zwange blinder Naturkräfte nach höheren Zwecken.

Bekanntlich brach sich erst um die Mitte der dreißiger Jahre die Reaktion gegen diese Lebensauffassung auch in Deutschland siegreich Bahn. Sie ging von Berlin aus und knüpft sich an die Namen Matthias Schleiden und Theodor Schwann.[4]) Schleiden war der Erste, der in der Erforschung der Entwickelungsgeschichte eine neue Methode für das wissenschaftliche Verständniß der Organismen schuf und seit dem Jahre 1837 die Entwickelung der Pflanzen mit Hilfe des Mikroskops bis zur Erzeugung der ersten Zelle zurückzuführen versuchte. Von Schleiden angeregt, wies dann Schwann die Uebereinstimmung thierischer und pflanzlicher Organisation aus dem gleichen Entwickelungsprinzip ihrer Zellen nach. Mit unerbittlicher Logik bewies jener für die Pflanzenphysiologie, dieser für die Physiologie der Thiere und der Menschen, daß die Hypothese einer gesetzlos schaltenden Lebenskraft den Bankerott der Wissenschaft bedeute, da diese damit von vornherein Verzicht leiste, die Lebenserscheinungen mit den allgemeinen Naturgesetzen in Zusammenhang zu bringen. Die Wissenschaft darf von keiner andern Voraussetzung ausgehen, als daß die allgemeinen Kräfte der Materie, deren Gesetze Physik und Chemie uns lehren, auch in den Organismen wirken, und daß die Eigenart der Lebenserscheinungen einzig und allein aus den besonderen Kombinationen sich erkläre, welche die verwickeltere Einrichtung der Pflanze und vor Allem des Thieres bedingt. Der Dampf, welcher im verschlossenen Gefäße höchstens den Deckel abzuschleudern vermag, hebt in unseren

Fabriken Lasten, preßt und druckt, spinnt und webt, erzeugt Licht, beflügelt den Wagen; überall wirkt die nämliche Spannkraft, nur die Maschinen sind verschieden, in denen sie ihre Arbeit verrichtet.

Es ist nun ein halbes Jahrhundert verflossen, seit diese Maximen von allen Physiologen, welche auf den Namen eines wissenschaftlichen Forschers Anspruch machen, ausnahmslos inne gehalten werden; ihnen verdankt die Physiologie der Thiere, und mit langsameren Schritten nachfolgend, auch die Pflanzenphysiologie, daß sie sich zu exakten Naturwissenschaften ausgebildet und den früher herangereiften Wissenschaften der Physik und Chemie ebenbürtig an die Seite gesetzt haben. Es scheint heut an der Zeit, einen Augenblick inne zu halten und in einem Rückblick auf das bisher Erreichte darüber Rechenschaft zu geben, wie weit wir mit diesen Prinzipien gekommen sind. Hat die Gleichung des Lebens, die auf den ersten Blick lauter unbekannte Faktoren zu enthalten schien, ihre vollständige Lösung bereits gefunden, indem jeder einzelne Faktor auf eine aus der Physik oder der Chemie bekannte Größe sich zurückführen läßt? Oder giebt es noch einen Rest, der für die bisher angewendeten Methoden unberechenbar bleibt? Sind die Instrumente, mit deren Hilfe Physiker und Chemiker die Geheimnisse der unlebendigen Natur aufgeschlossen haben, auch im Stande gewesen, mit ihrem krausen Barte alle Riegel zu heben, welche den Zugang zu dem Adyton des Lebens verschlossen hielten?

Fünfzig Jahre sind eine lange Zeit für den Einzelmenschen, unter Umständen selbst für die Entwickelung eines Staates; aber sie sind nur eine kurze Spanne für den Ausbau einer Wissenschaft, welche sich die Aufgabe stellt, durch die gemeinsame Arbeit aller Nationen die schwierigsten und letzten Probleme der Natur aufzuklären. Wir werden von vornherein nicht Anspruch machen dürfen, daß in dieser kurzen Zeit für alle und jede Lebensäußerung das mechanische Aequivalent ermittelt ist; wir werden uns zufrieden stellen, wenn wir auch nur den Weg offen vor uns liegen sehen,

der voraussichtlich früher oder später zum Ziel führen muß. Nur dann, wenn sich schlechterdings kein Angriffspunkt zu finden scheint, wo wir unsere Hebel ansetzen können, werden wir zweifeln dürfen, ob wir wirklich bereits den Hauptschlüssel besitzen, der alle Schlösser zu öffnen vermag.

Wer eine fremde Sprache erlernen will, wird sich nicht zuerst an dunklen Philosophen oder tiefsinnigen Poeten versuchen, sondern er wird mit den einfachsten Wort- und Satzbildungen beginnen. Wer die Kunst des Zeichnens sich zu eigen machen will, wird nicht mit Landschaften und Köpfen anfangen, sondern an den elementarsten Linien und Figuren sich üben. Wollen wir die Grundgesetze des Lebens erkennen, so werden wir dieselben leichter in den elementaren Gestaltungen der Pflanzenwelt, als in den verwickelteren Organisationen der Thiere klar zu legen vermögen. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle, wo ich ohnehin den überreichen Inhalt der Fragen vom Leben nicht erschöpfen, nur einige Gesichtspunkte streifen kann, mich ausschließlich auf das Leben der Pflanzen zu beschränken.

Die moderne Naturwissenschaft, indem sie die Ideen des alten Demokritos mit reicherem Gehalt erfüllt, faßt alle Veränderungen der Körperwelt als Bewegungen auf, sei es der kleinsten unsichtbaren Theilchen, der Atome und Molekel, sei es der aus Atomen und Molekeln zusammengesetzten sichtbaren Körpermassen. Soweit es sich in der lebendigen Pflanze um Bewegungen der Atome, um die Gesetze ihrer Anziehung und Abstoßung, um ihre Verbindung zu Molekeln und deren Spaltung und Umlagerung, soweit es sich mit einem Worte um chemische Prozesse in der Pflanze handelt, können wir mit Genugthuung aussprechen, daß die Frage vom Leben ihre exakte Lösung bereits gefunden hat. Die Bahn, welche vor einem Jahrhundert die Schöpfer der modernen Chemie, die zugleich die Begründer der chemischen Pflanzenphysiologie waren, gebrochen, hat, ausdauernd und unverrückt weiter verfolgt, wirklich zum Ziele ge-

führt.[5]) Ernährung und Athmung, Stoffproduktion und Stoffwechsel gehen in den lebenden Pflanzen nach den nämlichen Gesetzen, in den nämlichen stöchiometrischen Verhältnissen vor sich, welche die Chemie zunächst an den einfacheren Verbindungen der anorganischen Natur ermittelt hatte. Die Pflanzen sind in der That nur chemische Fabriken, welche in den Laboratorien ihrer Zellen die Rohstoffe der Atmosphäre und des Erdbodens zu werthvolleren Verbindungen verarbeiten, und der Ackerbau hat längst, der Führung Liebigs und Bousſingaults folgend, diese Erkenntniß praktisch verwerthet, indem er seinen Kulturpflanzen bestimmte Mengen billigen Rohmaterials in Gestalt von Dünger zumißt, und dafür die Ablieferung bestimmter Mengen von landwirthschaftlichen Produkten erwartet. Die meisten der organischen Verbindungen, von denen man früher meinte, daß sie ausschließlich unter dem Einfluß des Pflanzenlebens entstehen können, sind bereits ohne Vermittelung desselben in reinster Form künstlich dargestellt worden; die Chemiker können heute von sich mit größerem Rechte als Wagner zu Mephistopheles sagen:

„Was man an der Natur Geheimnißvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probiren,
Und was sie sonst organisiren ließ,
Das lassen wir krystallisiren."

Es läßt sich voraussehen, daß über kurz oder lang der letzte der Stoffe, die man bisher oft nur mit Mühe und Kosten aus einzelnen Pflanzen beschaffte, synthetisch dargestellt werden wird.

Freilich gerade für die wichtigsten unter den organischen Verbindungen, für die eigentlichen Baustoffe der Pflanzen, in denen die Lebensbewegungen derselben sich abspielen, für die Kohlenhydrate und die Eiweißstoffe[6]), haben die Pflanzen das Monopol ihrer Erzeugung sich noch nicht entreißen lassen. Von volkswirthschaftlichem Standpunkte ist dies gewiß bedauerlich; denn an dem Tage, wo es der Chemie gelingen wird, was die einfachsten Algen und Moospflänzchen verstehen, Kohlensäure und Wasser in Stärkemehl um-

zubilden, wird auch die Brotfrage, die ja die erste soziale Lebensfrage ist, gelöst sein. So lange wir auf den Anbau der Getreidegräser angewiesen sind, vermag eine bestimmte Bodenfläche nur eine bestimmte Anzahl Menschen zu ernähren; Kohlensäure und Wasser aber sind überall genug vorhanden, um für eine unendliche Volksmenge Brot zu schaffen; und da ohne Zweifel, wenn erst die künstliche Darstellung der Kohlenhydrate gelungen, ein viel kleinerer Schritt erforderlich ist, um aus ihnen in Verbindung mit Stickstoff Eiweiß zu erzeugen, so wird es dann auch leicht sein, Milch und Fleisch künstlich zu fabrizieren. Dann wird alle Nahrungssorge, aller Kampf ums Dasein und alles soziale Uebel, das damit zusammenhängt, mit einem Schlage beseitigt sein; hoffen wir, daß es der organischen Chemie recht bald gelingen möge, den Pflanzen ihr Geheimniß, aus Luft und Wasser Stärkemehl und Eiweiß darzustellen, abzulernen, und dadurch das goldene Zeitalter herbeizuführen. [7])

Gleich den chemischen, lassen auch die physikalischen Vorgänge in der lebenden Pflanze, insoweit sie auf den eigentlichen Molekularkräften beruhen, nur solche Besonderheiten wahrnehmen, welche aus den chemischen Eigenschaften und dem Gefüge der Bildungsstoffe und aus der Anordnung der Zellen ausreichende Erklärung finden. In der Kohäsion und Dehnbarkeit, in der Elastizität und Quellbarkeit pflanzlicher Gewebe, in ihrer Anziehung und Durchlässigkeit für Gase und Flüssigkeiten hat die physiologische Forschung die mechanischen Ursachen für die Diffusionsströmungen der Säfte, für die in den Zellen wirkenden Druckkräfte, für den Gaswechsel und die Transspiration, für die Gewebsspannungen und die aus diesen hervorgehenden Bewegungen pflanzlicher Organe aufgeschlossen. Die Zellen selbst sind nicht regellos zusammengehäuft; sie sind in vertikalen und horizontalen Reihen, häufiger aber noch in krummflächigen Schichten angeordnet, welche im mikroskopischen Präparat das Bild confokaler Schaaren von Kreisen, Parabeln und Hyperbeln gewähren und dadurch allein bereits auf die mechanischen Faktoren

hinweisen, welche die Anordnung der Zellen im Pflanzenkörper beherrschen. Längst schon sind auch in der Stellung der Blätter am Stengel, in der harmonischen Gliederung der Organe in der Blüthe, auf der das Geheimniß ihrer Schönheit beruht, gesetzmäßige Zahlenverhältnisse erkannt und in mathematische Formeln gebracht worden, aus denen hervorgeht, daß auch hier mechanische Kräfte im Spiele sind, an deren Feststellung erfolgreich gearbeitet wird.

Gleichwohl sind wir noch weit davon entfernt, das Leben in ein einfaches Spiel physikalischer und chemischer Kräfte auflösen zu können. Ohne Zweifel wird im lebenden Organismus von den allgemeinen Naturkräften dieselbe Arbeit geleistet, wie in leblosen Körpern; es ist selbstverständlich, daß ein lebendes Thier nach denselben Fallgesetzen von der Höhe herabfällt, daß es auf die Wage mit derselben Last drückt, daß es im Wasser demselben hydrostatischen Druck unterliegt, daß seine Gliedmaßen denselben Hebelwirkungen folgen, wie eine leblose Figur von gleichem Volum, gleicher Masse und gleicher Gestalt. Ebenso ist kein Zweifel, daß insoweit das Leben ein chemischer Prozeß ist, es den nämlichen Atomkräften nach den nämlichen Gesetzen gehorcht, nach denen die chemischen Verbindungen der anorganischen Natur gebildet und umgebildet werden.

Aber in den lebenden Organismen werden von den chemischen und physikalischen Kräften neben ihren allgemeinen Wirkungen noch Bewegungen besonderer Art erregt, welche ganz ausschließlich an das Leben gebunden sind, im leblosen Körper niemals zu Stande kommen. Insofern jene Kräfte am lebenden Thier, an der lebenden Pflanze innere oder äußere Bewegungen hervorrufen, die ihrer Erscheinung nach von denen verschieden sind, welche von denselben Kräften an leblosen Körpern bewirkt werden, bezeichnen wir sie als Reize. Als Reiz wirkt ein elektrischer Schlag, wenn er die Zuckung des lebendigen Muskels, das Licht, wenn es die Zusammenziehung der lebenden Pupille veranlaßt; wenn dagegen die Annäherung einer

Zwiebel an das Auge dieses thränen macht, so ist es ein chemischer Reiz, das flüchtige Oel der Zwiebel, das die Thränendrüsen in Thätigkeit setzt. Aber alle Organismen, von der kleinsten Bakterie bis hinauf zum Menschen, sind, so lange sie leben, reizbar, wenn auch die Reizwirkungen sich sehr verschieden äußern.

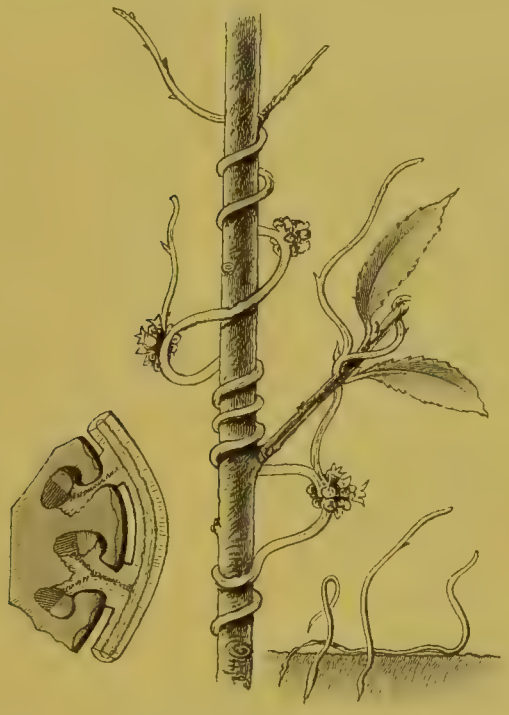
Offenbar sind die Reizbewegungen des Lebens nicht unmittelbare Arbeitsleistungen der Kräfte, von denen sie hervorgerufen werden; vielmehr sind es innere Kräfte, die im Organismus selbst als Spannkräfte ruhen und durch den von außen einwirkenden Anstoß nur ausgelöst und in lebendige Bewegungskräfte umgewandelt, oder die in anderer Weise durch den Reiz beeinflußt werden. Jene Anstöße wirken nur wie der Finger auf den Drücker des Gewehrs, der die Explosion der Ladung bewirkt; es ist selbstverständlich, daß es nicht der Fingerdruck selbst ist, der die Kugel aus dem Laufe schleudert; er löst nur die Spannkraft des Hahnes aus, und die Wärme, in welche die plötzliche Bewegungshemmung des aufschlagenden Hahns sich umwandelt, setzt die in der Zündmasse, und durch deren Vermittelung die im Pulver aufgespeicherten Spannkräfte in Freiheit.

Ganz ebenso verhält es sich mit den Bewegungen, die durch physikalische oder chemische Reize in lebenden Wesen ausgelöst werden. Um bei den Reizbewegungen der Pflanzen stehen zu bleiben, so ist durch eine lange Folge sinnreicher Experimente festgestellt worden, daß es die Schwerkraft ist, welche die Wurzel zwingt, sich in die Erde einzubohren, den Stengel, sich senkrecht gegen den Himmel aufzurichten; doch nicht so, wie der mit der Bleikugel beschwerte Faden, der Erdanziehung folgend, sich in die Lothlinie stellt; sondern diejenigen Kräfte, welche das Wachsthum der lebenden Zellen bedingen, wirken in Folge eines von der Schwerkraft ausgeübten Reizes in der Richtung der Erdachse und veranlassen dadurch die Verlängerung des ganzen Organs in vertikaler Richtung. Befindet sich dagegen die Wurzel in wagerechter oder schräger Stellung, so ist es wieder der von der Schwerkraft auf die wachsenden

Zellen ausgeübte Reiz, der an einer Stelle dicht hinter der Wurzelspitze ein verstärktes Wachsthum der Oberseite, und in Folge dessen eine Abwärtskrümmung der Spitze bewirkt. Bei einem lagernden Grashalm ist es die dem Erdboden anliegende Unterseite eines Knotens, die durch den Reiz der Schwerkraft zu gefördertem Wachsthum angeregt wird und die Halmspitze mit der Aehre aufwärts krümmt. Aber auch gewisse Gase, Wasser, Nährstoffe und andere chemische Verbindungen, selbst die Berührung eines Steinchens wirken als Reize auf die wachsende Wurzel, die sich krümmt, um den einen sich zuzuwenden, von den andern abgestoßen wird. In gleicher Weise krümmen sich die Blätter, die Blüthen zur Sonne, kehren die Blätter ihre Oberseite zum Lichte, während ihre Unterseite sich von ihm wegdreht, auch Wurzel und Ranken fliehen das Licht; hier ist es der Lichtreiz, der die Wachsthumskräfte in den Geweben der Organe in einer bestimmten Richtung einwirken läßt.

Wenn das im Brennglas konzentrirte Sonnenbild, auf das oberste Fiederblättchen einer Mimose geworfen, augenblicklich dessen Aufrichten und Zusammenschlagen mit seinem Gegenüber auslöst, alsdann die gleichsinnige Bewegung absteigend von einem Fiederpaare zum andern sich fortpflanzt, schließlich der gemeinsame Blattstiel am Gelenk sich senkt, so ist es der Reiz der gesteigerten Wärme, der die schlummernden Bewegungskräfte in den Gelenkpolstern der Blätter auslöst; dieselben Reizbewegungen können aber auch durch andere physikalische oder chemische Anstöße, durch Lichtschwankungen, elektrische Schläge, durch mechanische Berührung oder Schütteln, durch Betupfen mit einer Säure erregt werden. Während die Staubfäden der Distel bei der Berührung der Staubbeutel oder beim Durchfließen eines elektrischen Stroms sich um ein Drittel ihrer Länge verkürzen, krümmen die von einem minimalen Fleischstückchen oder von dem Fuß eines Insektes berührten Borstenhaare des Sonnenthaublattes sich langsam, die der Dionaea sich plötzlich ein, und die Blattfläche der ersteren wölbt sich allmählich, die der letzteren im Nu zu einer ge-

schlossenen Höhlung, um die gefangene Fliege fest zu halten. Wenn der dünne Stengel der Winde (Ipomoea) sich schraubenförmig um den Bindfaden an der Gartenlaube herumschlingt, sobald er ihn berührt, umwindet die nahe verwandte Seide (Cuscuta) nicht bloß den jungen Weidenzweig, den sie sich zur Beute ausgewählt, sondern saugt sich gleichzeitig an den Berührungspunkten mit Haftscheiben fest, aus



Seide (Cuscuta) umwindet einen jungen Weidenzweig und senkt in diesen Saugfortsätze, die durch dessen Rinde und Bast bis zum Splint eindringen, wie ein Querschnitt links zeigt. Rechts Seidenkeimlinge, die an der Spitze fortwachsend, sich langsam im Kreise drehen, bis sie ein neues Opfer erreichen. Nach Noll.

Winde (Ipomoea) umwindet, nach rechts mit der fortwachsenden Spitze sich drehend, einen Stab. Nach Noll.

denen sie trokarartige Saugfortsätze tief in das saftige Rinden- und Splintgewebe ihres Opfers einbohrt. In allen diesen und zahlreichen anderen Fällen sind es innere Triebkräfte der Zellen, die durch den Reiz in Bewegung gesetzt werden. Daß die Erscheinungsformen der Reizbewegungen so mannigfaltig sind, hängt

offenbar nur von dem Mechanismus der Einrichtungen ab, auf welche die auslösenden Kräfte einwirken — wie ja in einem mechanischen Kunstwerk durch die nämliche Kurbeldrehung oder durch die nämliche Spiralfeder die verschiedenartigsten Bewegungen erzeugt werden können.

Wenn an der automatischen Wage nach dem Einwurf des Geldstückes sofort die Zahl der Kilogramme in Ziffern sichtbar wird, welche das Gewicht der auf ihr stehenden Person angiebt, während in anderen Automaten durch das nämliche Geldstück verschiedenartige Süßigkeiten dargeboten werden, so weiß ein Jeder, daß durch die fallende Münze ein complizirter Mechanismus im Innern der Apparate ausgelöst wird; aber die Konstruktion derselben ist gewiß nur den Wenigsten klar. Noch viel weniger verstehen wir bis jetzt den inneren Mechanismus der lebenden Zellen, auf dem ihre Reizbewegungen beruhen, und der mit dem Tode zerstört werden muß, da mit diesem die Reizbarkeit erlischt; es fehlen uns noch fast alle Zwischenglieder zwischen dem Anstoß der von außen einwirkenden physikalischen oder chemischen Kraft und den Veränderungen im Innern der lebenden Zellen, aus denen die Bewegungen hervorgehen.[8])

Betrachten wir endlich die lebendige Pflanze nicht als ein isolirtes Objekt der Forschung, sondern als ein Glied in der unendlichen Kette der Generationen, in denen die Welt des Lebens sich verkörpert, gewissermaßen sub specie aeterni, so eröffnet sich uns ein Kreis von Lebensbewegungen, für welche in der leblosen Natur jegliche Analogie zu fehlen scheint. Das Wesen dieser Bewegungen besteht darin, daß sie ersichtlich auf einen bestimmten Zweck, oder, wenn wir diesen oft mißbrauchten Ausdruck vermeiden wollen, auf ein Ziel gerichtet und zur Erreichung desselben auch im Allgemeinen geeignet sind. Für die meisten dieser Bewegungen kann allerdings mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß auch sie durch Reize ausgelöst werden; eigenthümlich ist ihnen nur das bestimmmte Ziel, dem sie zustreben;

entweder die Selbsterhaltung des Einzellebens, oder die Erhaltung der Art und Gattung. In ihrer Gesammterscheinung stimmen die Bewegungen dieser Art bei den Pflanzen überein mit denjenigen Thätigkeiten der Thiere, welche auf die gleichen Ziele gerichtet und als instinktive bezeichnet werden, und wir wollen sie daher auch hier mit demselben Namen bezeichnen; gleich jenen kommen sie unbewußt und willenlos zu Stande.

In die Kategorie der instinktiven Bewegungen gehören fast alle Thätigkeiten der lebenden Pflanze, welche auf das Gewinnen günstiger Lebensbedingungen, auf das Aufsuchen oder Fliehen des Lichtes, auf das Ergreifen der Nahrung, auf den Schutz gegen feindliche Angriffe, auf die Vereinigung der Geschlechter bei der Fortpflanzung, auf die Fürsorge für die Nachkommenschaft gerichtet sind. Jeder Naturforscher, der sich mit der Biologie der Pflanzen eingehender beschäftigt hat, wird sich unzähliger Thatsachen erinnern, welche unter die hier angedeuteten Gesichtspunkte fallen; wir wollen uns hier darauf beschränken, einige wenige Beispiele aus dem Leben der niedersten Pflanzen auszuwählen, an denen der instinktive Charakter der auf bestimmte Ziele gerichteten Lebensthätigkeit veranschaulicht wird.

Schon Darwin hat als Aeußerungen des Instinktes die merkwürdigen Bewegungen aufgefaßt, durch welche die Wurzelspitze das Aufsaugen der in den kapillaren Zwischenräumen des Erdbodens vertheilten Nährlösungen zu Stande bringt.[9]) Viel deutlicher noch tritt der instinktive Charakter in den Bewegungen hervor, vermittelst derer die Pilze ihre organische Nahrung aufsuchen, namentlich diejenigen, welche als Parasiten sich von Stoffen ernähren, die sie lebenden Thieren oder Pflanzen gewaltsam entreißen müssen. So lange der Pilz im Körper des Thieres oder der Pflanze, in deren Innerem er sich eingenistet, ausreichende Nahrung findet, scheint das Fadengeflecht seines Mycels mit nichts Anderem beschäftigt, als seinen Nährboden, wie der Wurzelballen den Blumentopf, in allen Richtungen zu durchwuchern und möglichst vollständig aus-

zusaugen; es läßt sich dabei weder durch das Licht, noch durch die Schwerkraft stören; es ist für diese Kräfte nicht reizbar. Fängt die Nahrung an auszugehen, so zeigen die Pilzfäden auf einmal energisches Streben nach Licht und Luft; ihre Spitzen gewaltsam nach außen drängend, durchbrechen sie die Haut ihres Opfers; ins Freie gelangt, äußern sie sich empfindlich gegen die Reize des Lichts und der Schwerkraft, sie richten sich lothrecht auf oder krümmen sich dem Lichte entgegen; sie erzeugen nunmehr zahllose staubfeine Sporen, welche die Art erhalten und neue Ansteckungskeime durch die Luft verbreiten sollen.[10])

Die meisten Pilze überlassen es dem Zufall, den Bewegungen der Luft, die staubfeinen Sporen an den Ort zu tragen, wo sie ihre Weiterentwickelung finden können. Gewisse Rostpilze und der Mutterkornpilz umhüllen ihre Sporen mit honigartiger Absonderung, welche Fliegen anlockt, die dann unbewußt die Pilzkeime verschleppen. Die insektentödtenden Empusen und Entomophthoren schleudern ihre Sporen mit elastischem Stoße auf weite Entfernungen umher; ist die Spore, ihr Ziel verfehlend, auf den Boden gefallen, so wirft sie unter wiederholter Explosion ein zweites, auch wohl ein drittes Geschoß, bis sie ein Opfer getroffen.[11])

Auf welchem Wege nun auch die Spore des Pilzes an die Oberfläche des ihr zur Nahrung bestimmten Geschöpfes angeflogen, er zeigt fortan das Bestreben, in dessen Inneres einzudringen. Die von lebenden Pflanzen sich nährenden Parasiten (wie der Getreiderost, der Kartoffelpilz, der falsche Rebenmehlthau) treiben gewöhnlich aus der Spore einen Keimschlauch, welcher, an der Spitze fortwachsend, gleichsam tastend, an der Oberfläche der Epidermis hin- und hergleitet, bis er eine Spaltöffnung trifft und durch diese dann sofort ins Innengewebe hinein wächst. Bei andern Pilzen drängt der Keimschlauch sich keilförmig in die Fuge zwischen zwei Oberhautzellen; wieder andere durchbohren mit der Spitze des Keimschlauches ohne Weiteres die Oberhaut um in das Innere zu gelangen.

Am deutlichsten äußern sich die instinktiven Bewegungen bei denjenigen Pilzen, welche durch sogenannte Schwärmsporen, die mit Kräften freier Ortsbewegung ausgerüstet sind, sich fortpflanzen. Wir greifen, um wenigstens ein einziges Beispiel etwas eingehender ins Auge fassen zu können, aus den Schwärmsporen gebärenden Pilzen eine Gruppe einfachster mikroskopischer Formen heraus: die Chytridien, die von den Bildungssäften lebender Pflanzen, seltener von thierischen sich ernähren, und deren ganzer Organismus aus einem mit farblosem Plasma erfüllten Bläschen besteht. Ausgereift zerfällt ihr Plasma in eine Anzahl winziger Theilportionen, die durch Oeffnungen der Mutterblase, oft unter Abwerfen eines Deckelchens, ins Wasser austreten und, mit einem langen Geißelfaden ausgerüstet, als thierähnliche Schwärmsporen davon schwimmen.

Die Schwärmsporen der verschiedenen Chytridiumarten lassen unter dem Mikroskop sich leicht durch Größe, Gestalt und Bewegung unterscheiden. Bei der einen Art sind sie walzlich, bei andern kugelig; diese Art benutzt ihre Geißel, wie der Turner den Springstab, und hüpft in weiten Sprüngen umher; andere überkugeln sich, schwerfällig dahin rollend; wieder andere schießen im Zickzack durch das Wasser — alle scheinbar ziellos. Und doch wissen die Schwärmsporen die ihnen zusagende Beute im Wasser aufzuspüren; jede Chytridiumart hat eine andere Lieblingsspeise; der einen dienen grüne Wasserfäden oder Konferven zur Nahrung; eine andere nährt sich ausschließlich von braunen kieselschaligen Bacillarien,[12]) eine dritte von den zierlichen Sichel- oder Sternzellen der Desmidieen, eine vierte gar von Blüthenstaub, der ins Wasser gefallen.[13]) Mehrere Arten bewohnen als Parasiten das Innere des gefürchteten Wasserschimmels, der selbst parasitisch auf den bemoosten Häuptern alter Karpfen wuchert, der jungen Krebs- und Fischbrut aber leicht ein vernichtender Feind wird;[14]) es giebt selbst Chytridiumarten, welche ins Blattgewebe der in Sümpfen oder auf feuchtem Erdreich wachsenden Blüthenpflanzen sich einnisten.[15])

Sobald es der im Wasser umherschwärmenden Chytridiumspore gelungen, sich schwimmend an ihre Beute heran zu schleichen, so legt sie sich außen fest an und verwandelt sich in ein winziges unbewegliches Kügelchen. Alsdann durchsticht sie am Berührungspunkte die Oberhaut ihrer Nährpflanze mit einem feinen Faden, der in das Innere einer Zelle hinein wächst und sich hier wurzelähnlich in ein Netz zarter Saugfäden auszweigt. Auf solche Weise vermag der kleine Parasit das Plasma seiner Nährzelle einzuschlürfen; er schwillt rasch an zu einer saftstrotzenden Blase, die bald wieder zur Schwärmsporenbildung sich anschickt, während die ausgeraubte Nährzelle abstirbt.

Chytridien.
Unten: Chytridium Olla. Zwei Parasiten haben sich außen an das Oogonium einer Konferve (Oedogonium) angesetzt, haben einen Saugfortsatz in dessen Inneres getrieben, um das Ei zu verzehren, und entleeren ihre Schwärmsporen unter Abwerfen eines Deckelchens. Oben: Olpidium pollinis. Ein Parasit ist in das Innere eines Kiefer-Pollenkorns eingedrungen, hat dessen Inhalt aufgezehrt und entleert seine Schwärmsporen durch einen nach außen sich öffnenden Hals.

Bei andern Chytridiumarten bohrt die Schwärmspore mit ihrer Spitze eine minimale Oeffnung in die Haut der Nährzelle, durch welche sie ihren plastischen Leib gewaltsam hindurch zwängt. So gelangt sie unmittelbar in den Innenraum der Nährzelle, die sie allmählich vollständig aussaugt; wenn eine solche Art zur Fortpflanzung gelangt, muß sie zuvor einen dünnen Schlauch durch die Wand ihrer Nährzelle nach außen stoßen, aus dessen Oeffnung sie dann ihre Schwärmsporen frei ins Wasser entläßt. So machen es z. B. auch die Chytridiumarten, deren Schwärmsporen durch die feste Schale der Räderthiereier sich durchbohren und, nachdem sie das nährstoff-

reiche Ei aufgezehrt, die Höhlung der Eischale mit ihren dicht gedrängten Blasen ausfüllen.[16])

Ein anderes Bild erhalten wir, wenn wir etwas grünes Wasser aus einem Graben in ein Glas schöpfen; das Wasser wimmelt von unzähligen Euglenen, mikroskopischen grünen Spindelzellen von

Euglenenvielfraß (Polyphagus Euglenae).
Der blasenförmige Parasit hat mit wurzelartig verzweigten Saugfäden 10 Euglenen erfaßt und ausgesaugt und entleert seine Schwärmsporen in einen wurstförmigen Schlauch; einzelne durch eine Geißel bewegte Schwärmsporen schwimmen frei im Wasser. Nach Nowakowski.

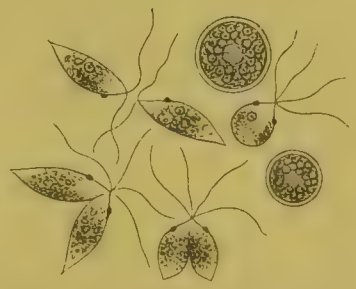
fischähnlicher Gestalt, zur Klasse der Geißelträger oder Flagellaten gehörig, um deren Besitz Botaniker und Zoologen noch im Streit liegen. Nach wenigen Minuten versammeln sich die Euglenen an dem zum Fenster gewendeten Rande des Wassers; einem instinktiven Triebe folgend, den sie mit den Schwärmsporen der grünen Algen

theilen, schwimmen sie dem Lichte entgegen, das in ihrem chlorophyllhaltigen Körper die lebendige Kraft der Assimilation erregt.[17]) Gegen Abend sammeln die Euglenen sich an der Oberfläche des Wassers, runden sich hier zu grünen Kugeln und umhüllen sich mit einer Schale, innerhalb deren sie durch Theilung sich vermehren. Zwischen den Euglenen bewegen sich aber auch deren Feinde, die walzlichen Schwärmsporen eines Chytridium; doch heften diese sich nicht, wie die übrigen Arten, außen dicht an eine Euglene an, sondern sie kommen in einem gewissen Abstande von den grünen Euglenenkapseln als farblose Bläschen zur Ruhe. Unmittelbar darauf aber wachsen aus der Peripherie eines jeden Bläschens strahlenartig feine Saugfortsätze hervor; jeder Fortsatz verlängert sich, bis er eine benachbarte Euglene erreicht; alsdann dringt er durch die Schale in deren Inneres und saugt vampyrgleich ihre Lebenssäfte aus, nur unverdauliche Reste in der leeren Hülse zurück lassend. Ein einziges Chytridium kann nach einander ein Dutzend Euglenen anbohren und aussaugen, und die Art hat daher mit Recht den Namen des Euglenenvielfraß[18]) erhalten. Kein Wunder, daß der reichlich genährte Parasit kräftig heran wächst und bald im Stande ist, seinerseits wieder Schaaren von Schwärmsporen auszusenden, die an seiner Stelle das Zerstörungswerk fortsetzen.

Wir wissen nicht, wie die Schwärmsporen der Chytridien es eigentlich anfangen, das ihnen bestimmte Ziel zu erreichen; vermuthlich sind es chemische Reize, die sie auf die richtige Fährte bringen, wie der Spürhund durch den Geruch des Wildes geleitet wird. Jede Art vererbt auf ihre Schwärmsporen den ihr eigenthümlichen Instinkt. Eine in unseren Gewässern gemeine Konferve, Oedogonium, wird gleichzeitig von zwei verschiedenen Chytridiumarten heimgesucht; die eine Art setzt sich immer nur an sterile Zellen des Fadens, die andere saugt ausschließlich das gesättigte Plasma der Eizellen aus. Aehnlich ergeht es einer anderen Konferve, Coleochaete: sie besteht aus kurzen Gliedern, die reihenweise

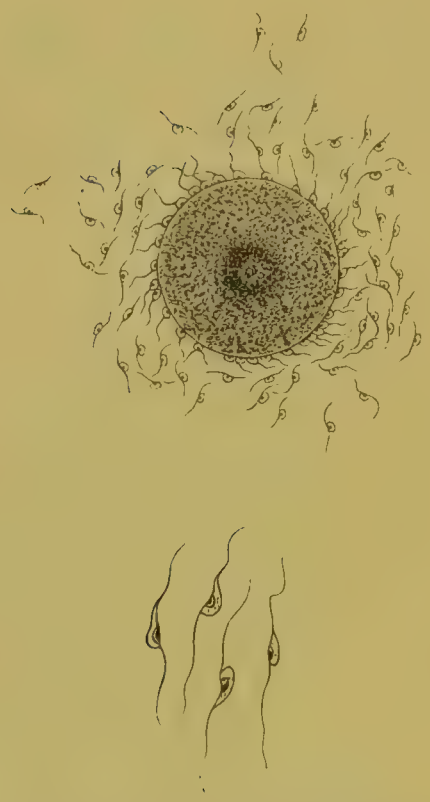
verbunden sind, während in flaschenförmigen langhalsigen Organen, den Oogonien, sich die Eier ausbilden. Die eine Chytridiumart saugt sich ausnahmslos an die vegetativen Gliedzellen fest; die Schwärmsporen der andern Art schlüpfen hinterlistig durch die Oeffnung des Halses, welche für den Eintritt der Samenkörper sich aufgethan, ins Innere des flaschenförmigen Oogonium, dessen Ei sie dann verzehren.[19])

Die nämliche Mannigfaltigkeit zweckmäßiger Bewegungen, wie wir sie hier am Beispiel einer einzigen mikroskopischen Pilzgruppe zum Zweck der Ernährung wahrgenommen, wiederholt sich bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der Gewächse. Die Trennung der Geschlechter reicht hinab bis zu den einfachsten Gestaltungen der Pflanzenwelt; der geschlechtliche Gegensatz, erst nur leise angedeutet, doch mit raschen Schritten bald scharf accentuirt, tritt in den Organen der Blumen zwar der äußerlichen Erscheinung nach am klarsten vor unsere Augen; aber gerade bei den niedersten Algen und Pilzen veranlaßt er eine Reihe von Lebensäußerungen, die den Charakter instinktiver Bewegungen deutlich an sich tragen. Wenn, wie dies bei vielen Algen des süßen und des Meerwassers der Fall ist, Männchen und Weibchen die Gestalt einfacher mikroskopischer, grüner oder brauner Schwärmsporen tragen, an denen wir keine andere Verschiedenheit als eine geringe Größendifferenz wahrnehmen können, so ist es um so überraschender, daß diese Körperchen im Wasser umher schwimmend sich gegenseitig anzuziehen scheinen, in gedrängten Haufen eine Zeit lang durch einander schwärmen,



Paarung der Schwärmsporen einer im Regenwasser lebenden Alge (Stephanosphaera pluvialis). Die mit 2 Geißeln versehenen Schwärmsporen bewegen sich im Wasser paarweise gegeneinander und verschmelzen, von den Köpfen beginnend, zu kugeligen unbewegten Sporen. Nach Hieronymus.

schließlich aber sich paarweise aneinander legen und mit einander vollständig verschmelzen. Aber auch in den unzähligen Modifikationen, wo die Verschiedenheit der Geschlechter sich im Gegensatz von Ei und Samenkörper vollkommen ausgeprägt hat, wird das Endziel, die Verschmelzung der beiden Geschlechtszellen, bei allen Pflanzen mit verschwindenden Ausnahmen, wenn auch durch die verschiedenartigsten Einrichtungen und Bewegungsformen, angestrebt und wirklich erreicht.[20])



Blasentang (Fucus vesiculosus). Die Samenkörper, wie Schwärmsporen mit 2 Geißeln versehen, umschwärmen die unbewegten braunen Eier; diese verschmelzen mit einzelnen Samenkörpern und keimen sodann zu neuen Tangen aus. Nach Thuret.

Wir haben bereits auf die große Aehnlichkeit hingewiesen, welche die von uns hier als instinktiv bezeichneten Lebensäußerungen der Pflanzen mit den gleichnamigen, ebenfalls ohne bewußten Willen zu Stande kommenden, aber auf bestimmte Ziele gerichteten Handlungen der Thiere darzubieten scheinen. Wir stehen nunmehr vor der Frage, ob wir nicht aus der Analogie der Erscheinungen auf die Analogie der bewirkenden Ursachen schließen müssen? Wir können hier nicht auf eine Untersuchung eingehen, wie die thierischen Instinkte zu erklären sind; gewöhnlich werden dieselben als psychische Funktionen aufgefaßt, die aus gewissen Einrichtungen des Nervensystems hervorgehen; die instinktiven Bewegungen der niedersten Thiere und der Embryonen beweisen jedoch, daß dieselben auch

ohne differenzirte Nerventhätigkeit zu Stande kommen können. Untersuchen wir nach den Grundsätzen der vergleichenden Methode den Entwickelungsgang, welchen das Seelenleben in uns selbst in stetigem Flusse durchläuft, von den ersten Anfängen im Keime bis zu seinen höchsten Leistungen, die an das vollkommen entwickelte Gehirn gebunden sind, — vergleichen wir damit die unzähligen Stufen des immer klarer und klarer aufdämmernden Bewußtseins, wie es sich in den Reihen der Thiere von den einfachsten Protozoen fortschreitend entwickelt, — denken wir an die Unmöglichkeit einer Grenzlinie zwischen den niedersten Thieren und den niedersten Pflanzen, und zwischen diesen und den vollkommneren Gewächsen, so müssen wir uns fragen, ob nicht die Anfänge des Seelenlebens bereits im Pflanzenreiche zu suchen sind? Hat nicht Aristoteles doch Recht gehabt, wenn er die Seele für das Prinzip alles Lebens erklärt, den Pflanzen aber nur solche Seelenkräfte zuschreibt, welche den Thätigkeiten der Ernährung und der Fortpflanzung vorstehen, während ihnen die Seelenkräfte der Empfindung und des Denkens abgehen?[21]) Ist die Psyche, wie sie in der Reihe der lebenden Wesen sich verkörpert, dem elektrischen Strome vergleichbar, welcher nur in dem vollkommenen Mechanismus der Bogenlampe sonnenklares, die Ferne durchstrahlendes Licht erzeugt, in den Glühlämpchen den Draht bald zu hellerem Aufleuchten, bald nur zu schwachem Erglimmen anregt, bei Abwesenheit solcher Apparate aber ohne Lichtentwickelung höchstens die Magnetnadel zu bewegen vermag, und der doch überall die nämliche Kraft ist? Wir würden auf diese Frage mit größerer Bestimmtheit eine bejahende Antwort geben können, wenn das uralte Problem vom Wesen der Seele und von ihrer Einwirkung auf den Körper einer Lösung näher gebracht wäre.

Ohne Zweifel ist jedes lebende Wesen, Thier wie Pflanze, ein Mechanismus, und die Wissenschaft findet ihre Aufgabe darin, das bald einfachere, bald wunderbar verwickelte Triebwerk in allen Einzelheiten aufzudecken und das Spiel der Kräfte klar zu legen,

durch welche dasselbe in Bewegung gesetzt wird. Aber vergessen dürfen wir doch nicht, daß die Maschine todt ist; sie besitzt keine eigene Energie; wenn sie Arbeit leisten soll, muß ihr Energie von außen übertragen werden, die Uhr muß aufgezogen, die Dampfmaschine geheizt werden; der Mechanismus steht still, sobald der von außen mitgetheilte Kräftevorrath erschöpft ist. Der Organismus aber ist lebendig; das heißt, er besitzt eigene Energie, die zwar für ihre Erhaltung an eine Kraftzufuhr von außen gebunden ist, die aber nicht von dieser abgeleitet werden kann, sondern durch Vererbung von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird. Diese ererbte Energie ist es, durch welche die äußere Formgestaltung und innere Einrichtung, die gesammte Entwicklung von der Geburt bis zum Tode, die Lebensweise und die Fortpflanzung beherrscht wird; sie ist es, welche bedingt, daß aus der Knospenanlage am Rosenstock immer nur eine Rose und nie eine Lilie, aus dem Ei des Schmetterlings ein Falter und kein Käfer hervorgeht. Diese angeborene Energie ist es auch, die in allen Lebensprozessen mit den von außen einwirkenden Kräften in Konkurrenz tritt; daher sind die Bewegungen des Lebens niemals eine einfache Arbeitsleistung jener physikalischen und chemischen Kräfte, sondern sie sind die Resultante aus dem Aufeinanderwirken mehrerer Komponenten, von denen die äußeren Naturkräfte nur den einen, die angeerbte Lebensenergie den anderen Faktor darstellt. Ueber das innere Wesen dieser durch Vererbung von einer Generation zur anderen sich übertragenden Energie sind wir noch völlig im Dunkel; ob wir dieselbe mit Aristoteles als Psyche, oder wie sonst bezeichnen wollen, ist gleichgiltig. Daß das Prinzip des Lebens sich dereinst in eine besondere Kombination der allgemeinen chemischen und physikalischen Naturkräfte wird auflösen lassen, ist wahrscheinlich, und für Alle, die von der Allgemeingiltigkeit des Prinzips von der Erhaltung der Energie überzeugt sind, gewiß; aber so lange der Satz noch gilt „omne vivum e vivo“ — und er steht heute unerschütterter da, als je, —

so lange es unmöglich ist, einen todten Körper durch irgend welche Kraftübertragung künstlich zu beleben, so lange die Welt der Organismen sich als eine unendliche Reihe darstellt, die von Geschlecht zu Geschlecht sich fortpflanzt, die aber keinen Anfang hat, da wir keinen anderen Ursprung des Lebens kennen als den der Fortpflanzung von einem Lebenden, — so lange muß die exakte Wissenschaft zugestehen, daß ihr ebenso der Ursprung wie das eigentliche Wesen des Lebens noch unbekannt sind. Auch die Wissenschaft darf keinen Wechsel diskontiren, bei dem der Verfalltag nicht angegeben werden kann.

Als vor mehr als 30 Jahren durch Darwins überzeugungskräftige Induktion die Abstammungslehre zum Dogma der Naturwissenschaft erhoben wurde, konnte man einen Augenblick hoffen, daß durch dieselbe auch alle Lebensthätigkeiten ohne Ausnahme ihre mechanische Erklärung finden würden. Ich glaube nicht, daß wir noch jetzt an dieser Hoffnung festhalten können; denn abgesehen davon, daß der erste Ursprung des Lebens auf der Erde uns verborgen bleibt, sind die von Darwin für die Umwandlung der Arten ins Werk gesetzten Ursachen, die Variation und die Vererbung, der Kampf ums Dasein und das Ueberleben der Meistbegünstigten, die natürliche und die sexuelle Auslese, die Anpassung, die geförderte Ausbildung geübter und die Verkümmerung nicht gebrauchter Organe, wie weit reichend wir ihre Wirksamkeit auch annehmen wollen, doch sämmtlich Kräfte, die ausschließlich und allein im Reiche der Organismen sich äußern, und die daher für eine mechanische Erklärung des Lebens sich nicht gebrauchen lassen.

Wir besitzen für das Räthsel des Lebens erst die Hälfte der Lösung: wir haben in den letzten fünfzig Jahren einen tieferen Einblick gewonnen in seinen Mechanismus, in die physikalischen und chemischen Kräfte, die denselben bewegen; aber es treten uns in den lebenden Organismen Triebkräfte entgegen, die zwar auch mechanischer Natur sein müssen, da sie Körperliches in Bewegung setzen, die wir aber

in Komponenten bekannter Atom- und Molekelkräfte nicht zerlegen können. Die Kluft, welche Leben und Tod, Organisches und Anorganisches auseinander hält, hat sich nicht geschlossen; alle bisher gemachten Versuche, dieselbe durch Hypothesen zu überbrücken, versprechen weder Tragfähigkeit noch Dauer.[22]) Das Problem des Lebens läßt sich in seiner ganzen Tiefe nur im Zusammenhang mit dem großen Weltproblem des Ἓν καὶ πᾶν erschöpfen. Die Naturwissenschaft muß sich bescheiden, daß erst die Zukunft den verheißenen weiseren Richter bringen wird, der, besser informirt als wir, auf die Fragen vom Leben die volle Antwort geben kann.

Erläuterungen.

[1]) (S. 41.) Rede, gehalten am 22. September 1886 in der zweiten allgemeinen Sitzung der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Berlin — mit Zusätzen.

[2]) (S. 42.) Während Linné die Körperwelt der Erde in drei Naturreiche: Steinreich, Pflanzenreich und Thierreich eintheilt, erkennt Aristoteles mit tieferem Naturverständniß nur zwei: das Reich der leblosen, unbeseelten Körper (ἄζωα, ἄψυχα) und das der lebenden und beseelten Wesen (ζῶντα, ἔμψυχα); zu letzterem gehören Thiere und Pflanzen, zu ersterem alle übrigen Körper. Leben nennen wir, sagt Aristoteles, dasjenige, was das Prinzip der Ernährung und des Wachsthums in sich selbst hat (De anima II c. 1 S. 412 a). Alle Gewächse leben; denn sie besitzen die Kraft und das Prinzip, sich zu ernähren und zu wachsen, in sich selbst (ib. c. 2. S. 413 a). Die Seele ist Ursache und Prinzip (die Entelechie) des lebenden Körpers (ib. c. 4. S. 415 b); wir unterscheiden in ihr die ernährende, die verlangende, die empfindende, die ortsbewegende und die denkende Kraft; in den Pflanzen waltet nur allein die ernährende, von der das Wachsthum, die Fortpflanzung und alle innere und äußere Veränderung abhängt; sie ist die erste und allgemeine Kraft der Seele, vermöge deren das Leben in Allen, Thieren wie Pflanzen, waltet (ib. II c. 4. S. 415 a). Die Seelenkräfte der Empfindung und Ortsbewegung kommen den Thieren, die des Denkens dem Menschen zu. (Uebersetzung nach E. Meyer, Geschichte der Botanik I).

Die Naturwissenschaft der Gegenwart ist über Linnés Dreitheilung der Körperwelt hinaus gegangen, und zu der Aristotelischen Weltanschauung zurückgekehrt; sie betrachtet das Reich des Lebens als ein einheitliches, den gleichen allgemeinen Gesetzen gehorchend, von denen die Wissenschaft vom Leben, die Biologie, handelt; in den Reihen der Thiere und Pflanzen sind nur verschiedene Stufen des Lebens verkörpert; sie sind den beiden Schenkeln einer Hyperbel vergleichbar, die nach unten ohne Abgrenzung in einander fließen, je weiter nach oben aber, desto mehr von einander weichen.

[3]) (S. 44.) Der „Rhodische Genius" ist abgedruckt in: A. v. Humboldt, Ansichten der Natur, 3. Aufl. Cotta. 1849 II. S. 297.

[4]) (S. 45.) Vergl. S. 21. 25 und Erläuterung 27. 28 S. 37.

[5]) (S. 48.) Vergl. S. 15.

[6]) (S. 48.) Bekanntlich werden als Kohlenhydrate solche Stoffe bezeichnet, zu deren Bildung 6 Theile Kohle sich mit 5 oder 6 Theilen Wasser chemisch verbunden haben; sie bilden den Hauptbestandtheil der Pflanzen, in denen sie theils als feste Zellwand (Cellulose), theils als körnige Stärke, theils als schleimige oder süße Säfte (Inulin, Dextrin, Gummi, Schleim, Zucker) erscheinen. In den Thierkörper gelangen die Kohlenhydrate in der Regel nur mit der vegetabilischen Nahrung, und dienen demselben nur als Wärme erzeugendes Material, das bei der Athmung verbrannt oder in Fett umgebildet und aufgespeichert wird. Dagegen werden von den Thieren die Eiweißstoffe der Pflanzen in Fleisch, Milch und Blut, in Nerv und Gehirn, in Haut und Haar, in Wolle, Horn und Huf umgewandelt.

[7]) (S. 49.) Seitdem Obiges geschrieben (1886), hat die Chemie einen großen Schritt vorwärts gethan in der von mir damals vorausgesagten Richtung; es ist ihr in der That gelungen, Zucker künstlich darzustellen. Läßt man Aetzkali auf Kohlenoxyd, oder Kaliummetall auf Kohlensäure einwirken, so erhält man Ameisensäure; aus dieser läßt sich durch Glühen mit Kalk eine wasserhelle Flüssigkeit, Formaldehyd, darstellen, welcher zuerst von dem großen Berliner Chemiker A. W. Hofmann 1869 aus den Dämpfen des Holzgeistes in der Gluthhitze erzeugt wurde; er ist in neuster Zeit wegen seiner kräftig desinficirenden, antiseptischen, üble Gerüche zerstörenden Wirksamkeit zu großer Bedeutung gelangt. Aus Formaldehyd aber hatte schon 1861 Butlerow vermittelst Kalkwasser einen süßen Syrup gewonnen, den er Methylitan nannte; in ihm erkannte 1886 Loew einen echten, jedoch nicht gährungsfähigen Zucker, Formose; in weiterem Verfolg dieser Forschungen ist es dem Nachfolger von A. W. Hofmann, Emil Fischer 1890 gelungen, von Kohlensäure und Wasser ausgehend, im Laboratorium auf künstlichem synthetischem Wege wirklichen Frucht- und Traubenzucker zu bilden. „Nachdem dies erreicht", so schließt Emil Fischer den Bericht über seine Forschungen, „so kann die chemische Darstellung der übrigen komplizirteren Kohlenhydrate, Stärke, Zellstoff (Cellulose), Gummi, Inulin nur noch eine Frage der Zeit sein" (Ber. Deutsch. Chem. Ges. 1890. 2. XXVI. 2114).

Den Pflanzen ist bisher noch das Monopol verblieben, aus Kohlenhydraten unter Hinzunahme anorganischer Stickstoffverbindungen (Ammoniak oder Salpetersäure) Eiweißstoffe darzustellen; doch ist wohl kein Zweifel, daß über kurz oder lang die Chemiker ihnen auch dieses Geheimniß werden abgelernt haben; schon jetzt können wir wenigstens den Weg überblicken, auf welchem dieses Ziel durch Vermittelung der Amide voraussichtlich erreicht werden wird.

[8]) (S. 54). Die durch Reize ausgelösten Bewegungen pflanzlicher Organe beruhen in der Regel auf Krümmungen, die zumeist, doch durchaus nicht immer, am Orte des größten Wachsthums stattfinden und das Organ entweder der

Quelle des Reizes zukehren oder von ihr abwenden. Es fehlt auch nicht an Versuchen der Pflanzenphysiologen, für diese Krümmungen eine mechanische Erklärung zu geben; doch bewegen diese sich zumeist in Hypothesen, die entweder nicht alle Erscheinungen erklären oder selbst mit beobachteten Thatsachen in Widerspuch stehen. Vergl. Kohl, „Die Mechanik der Reizkrümmungen" Marburg 1894; Rothert, Ueber Heliotropismus, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VII. H. 1, 1894. Ich selbst habe 1861 an den Staubfäden der Flockenblumen (Centaurea) ermittelt, daß diese sich durch Reize verkürzen, gleichzeitig aber entsprechend verdicken. Vergl. auch: Pfeffer, „Die Reizbarkeit der Pflanzen. Vortrag in der ersten allgemeinen Sitzung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Nürnberg 1893". Den Forschungen von Sachs und Pfeffer verdanken wir Klarstellung der Bedeutung der Reizbarkeit für die Pflanzenphysiologie.

[9]) (S. 55.) Die Bewegungen der Wurzel sind, wie schon oben bemerkt wurde, Reizbewegungen, welche durch chemische oder physikalische Anstöße ausgelöst und vermittelst des Wachsthums nach bestimmter Richtung hin ausgeführt werden. Derartige Wachsthumsbewegungen werden nach dem Vorgang von Julius Sachs als tropische bezeichnet. Der Reiz kann positiv oder negativ, anziehend oder abstoßend wirken, je nachdem das wachsende Organ sich der Quelle des Reizes zu- oder von ihr abwendet. Insofern die Wurzeln unter der Reizwirkung der Schwerkraft lothrecht in die Erde sich einbohren, sind sie positiv geotrop; wenn sie durch Wasser oder andere chemische Stoffe aus der Lothlinie abgelenkt werden, hydrotrop oder chemotrop, wenn sie, ans Licht gebracht, von diesem sich abwenden und dem Dunkel zustreben, negativ heliotrop. Dabei ist in der Wurzel diejenige Region, welche den Reiz empfindet, räumlich verschieden von derjenigen, in welcher die durch den Reiz ausgelöste Wachsthumsbewegung ausgeführt wird, ganz ebenso, wie in einem Thier nur der Nerv den Reiz empfindet, aber der Muskel die Bewegung vollzieht. Bei der Wurzel ist ganz allein die jüngste kegelförmige Spitze auf höchstens 1—2 mm Länge, soweit sie aus theilungsfähigem Gewebe besteht, für den Reiz der Schwerkraft wie für chemische und mechanische Reize empfindlich; von ihr wird der Reiz aufwärts zu einer etwa 1—2 cm langen Strecke der Wurzel geleitet, in welcher durch ungleiches Wachsthum von Ober- und Unterseite eine zielgemäße Krümmung erregt wird. Das regelmäßige Endergebniß dieser Reizbewegungen ist indeß, daß die Wurzel nach jenen Stellen des Bodens hin wächst, wo sie Nahrung findet, dagegen sich von Schädlichkeiten abwendet. Wird die empfindende Wurzelspitze abgeschnitten, so tritt zielgemäßes Wachsthum nicht eher ein, als bis sich eine neue sensitive Spitze gebildet hat.

[10]) (S. 56.) Der Zustand eines Pilzes, in welchem derselbe ein aus feinen Fäden zusammen geflochtenes, spinnwebenähnliches Gebilde darstellt, auch wohl einer schwammigen Filzmasse oder wurzelartigen Strängen gleicht, heißt Mycel (Mycelium); es dient ausschließlich den Thätigkeiten der Ernährung, des

Stoffwechsels, des Wachsthums, und ist in der Regel weder für Licht noch für Schwerkraft reizbar, weder geotrop noch heliotrop. Wenn das Mycel im Nährboden haftet und in diesem sich ausbreitet, so ist es der Reiz gewisser chemischer Nährstoffe, der sein Wachsthum beeinflußt; es zeigt also Chemotropismus. Bei der Fortpflanzung dagegen wendet sich der Pilz von der Nahrung ab, und ist daher nicht mehr chemotrop; dagegen zeigt er nunmehr entschiedenen Geotropismus und Heliotropismus, insofern er sich aufrichtet und dem Lichte entgegen wächst. In der Regel nimmt der fruchttragende, Sporen erzeugende Pilz, wenn er ans Licht kommt, eine eigenthümliche Gestalt an, die für jede Art verschieden ist und als Fruchtkörper bezeichnet wird; der Fruchtkörper gleicht bald einer Kruste, einem Polster, einer Keule, einem Korallenbusch, einer Knolle, einer Schüssel, einer Konsole oder einem gestielten Hute; bei letzteren, den Hutpilzen, stellt sich der Fruchtkörper so, daß seine Oeffnungen, bald Löcher, bald Spalten zwischen dünnen Blättern, nach unten gerichtet sind, so daß die im Innern erzeugten Sporen heraus fallen und auf einem untergelegten Papier ein genaues Abbild der Hutstruktur erzeugen; wird der Hut aus seiner normalen Lage gebracht, so dreht er sich am Grunde oder am Stiele in Folge des Reizes der Schwerkraft um, bis er wieder in die normale Stellung zurückgekehrt ist. Der Lichtreiz dagegen ist nothwendig, damit der Pilz überhaupt den Hut entwickeln kann. Hutpilze im Finstern, z. B. in Bergwerken gewachsen, vergeilen wie die Kartoffeln im dunkeln Keller, indem sie lange Stiele in sonderbaren krallenartigen Verkrümmungen, aber keine Hüte ausbilden. Bei den Scheibenpilzen, wo die Fruchtkörper ihre freie Oberfläche nach oben oder außen richten, werden die Sporen durch mechanische Einrichtungen ausgeschleudert. Bei den Trüffeln müssen vermuthlich die unterirdischen Fruchtkörper von Erdwürmern, vielleicht von Fliegenmaden, verspeist werden, wenn die im Innern eingeschlossenen Sporen, die ohne Zweifel mit den Exkrementen wieder abgehen, keimen sollen; wenigstens meinen die Trüffelbauern (caveurs) von Südfrankreich, daß Trüffeln sich an Eichenwurzeln entwickeln, wenn diese im Sommer von Fliegen (mouches d'été) angestochen werden, und daß auch im Herbst Fliegenschwärme (mouches d'hiver) die Stellen anzeigen, wo die reifen Trüffeln im Boden verborgen sind, was eine Beziehung der Fliegen zu den Trüffeln vermuthen läßt. Bis jetzt hat noch Niemand die Keimung von Trüffelsporen beobachtet.

[11]) (S. 56). Wenn gewisse Insekten sich übermäßig vermehren, wie das in den letzten Jahren bei der gefräßigen wälderzerstörenden Raupe der Nonne (Liparis Monacha) und andern Forstschädlingen der Fall war, so bricht früher oder später unter ihnen eine Epidemie aus, die der verderblichen Uebervölkerung ein Ziel setzt. Sie wird in der Regel hervorgerufen durch die staubfeinen Sporen eines Insektenpilzes (Isaria oder Empusa), die von außen auf die Haut der Raupen anfliegen; in feuchter Luft auskeimend, treibt jede Spore einen feinen Keimschlauch, der die

Raupenhaut durchbohrend in die Leibeshöhle eindringt; von den Säften des Opfers genährt, verlängern und verzweigen sich diese Keimschläuche, bis ein dichtes Mycelgeflecht an Stelle der aufgezehrten Eingeweide den leeren Balg ausstopft; das Thier „erstarrt im Pilz", wird trocken und hart, gleich einer Mumie. Nunmehr erst wendet sich der Pilz, nachdem aller Nahrungsstoff erschöpft ist, zur Fortpflanzung; seine Fäden durchbohren von neuem die Haut der getödteten Raupe und wenden sich nach außen, um in Luft und Licht Sporen zu erzeugen, die vom Winde ausgestreut neue Opfer suchen.

[12]) (S. 57.) Entrogalla Bacillariacearum.

[13]) (S. 57.) Phlyctidium Pollinis.

[14]) (S. 57.) Arten von Saprolegnia und Achlya, bewohnt von parasitischen Olpidiopsis, Rozella u. a.

[15]) (S. 57.) Arten von Synchytrium und Olpidium.

[16]) (S. 59.) Olpidium endogenum.

[17]) (S. 60.) Die Euglenen und die ihnen nahe stehenden, mit Geißeln sich im Wasser bewegenden einzelligen, grünen Organismen, die als Flagellaten bezeichnet und von den Zoologen zu den Thieren, von den Botanikern aber mit gleichem Recht zu den Pflanzen gezählt werden, verhalten sich gegen den Lichtreiz genau so wie die Schwärmsporen der meisten Algen sie wenden das eine farblose, meist spitzere Körperende dem Licht zu, das entgegengesetzte grün gefärbte wird vom Lichte abgekehrt; in dieser Stellung rotiren sie, die Spitze gleich einem Köpfchen voran, gleichsam sich vorwärts schraubend, der Lichtquelle entgegen. Am farblosen Köpfchen befindet sich stets ein rothes, stark lichtbrechendes Körperchen, das als Augenfleck oder Stigma bezeichnet wird. Dem Lichtreize folgend sammeln sich in einem Wassertropfen sämmtliche Euglenen und andere grüne Flagellaten und Schwärmsporen nach kurzer Zeit an dem zum Fenster gerichteten Rande des Tropfens, mit den Köpfen diesem zugewendet; kehrt man nun den Tropfen um, so drehen sie sich sämmtlich um und schwimmen rotirend quer durch den Tropfen wieder zum Fenster. Vergl. F. Cohn: Bericht der Naturforscherversammlung in Hannover 1865. S. 219. und Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft 1882. S. 179.

[18]) (S. 60.) Polyphagus Euglenae. Vergleiche über diese Chytridien: Nowakowski „Beitrag zur Kenntniß der Chytridiaceen" in: Beiträge zur Biologie der Pflanzen II 73 u. 201.

[19]) (S. 61.) Pfeffer bezeichnet die durch Reize in ihrer Richtung bestimmten Ortsveränderungen eines Organismus als taktische, im Gegensatz zu den tropischen, welche von einem einzelnen Organ der im Uebrigen unbewegten Pflanze ausgeführt werden; letztere werden in der Regel, aber durchaus nicht immer, durch ungleiches Wachsthum gegenüberliegender Seiten bewirkt, erstere in der Regel durch schwingende Geißeln oder Wimperhaare, in andern Fällen durch

ein auf einer Unterlage hingleitendes Kriechen. Wenn der als Lohenblüthe bezeichnete Schleimpilz (Fuligo [Aethalium] septica) zum Lichte kriecht, oder die Schwärmsporen einer Alge nach dem zum Fenster gerichteten Rande eines Wassergefäßes hinschwimmen, so bezeichnet Pfeffer dies als Heliotaxis; Heliotropismus dagegen ist es, wenn die im Keller ausprossenden Kartoffeltriebe nach der Lichtspalte hinwachsen, oder die Blume der Sonnenrose sich nach der Sonne dreht. Pfeffer hat 1883 gezeigt, daß Bakterien, die ohne bestimmtes Ziel im Wasser umher schwärmen, durch Darreichung von etwas Fleisch oder Fleischextrakt sogleich, sich drängend und stoßend, nach dem anlockenden Körper hinschwimmen und sogar in eine als Falle gestellte Glaskapillare hinein steuern, wenn diese mit dem Köder gefüllt ist; selbst in der Verdünnung von einem Billionstel oder einem Trillionstel Milligramm löst der Nährstoff als chemischer Reiz die chemotaktischen Bewegungen der Bakterien aus. Auch der Sauerstoff übt, wie Engelmann schon 1881 gezeigt hat, einen chemotaktischen Reiz auf gewisse Bakterien; sie versammeln sich alle an der Stelle eines Wassertropfens, welche den größten Sauerstoffgehalt besitzt. Enthält dagegen eine Kapillare stark konzentrirten und deshalb schädlichen, oder einen giftigen Stoff, so prallen die Bakterien schon in einiger Entfernung von der Kapillare ab und meiden sie. Vergl. die in Anm. 8. citirte Rede von Pfeffer, welche auch die Litteratur giebt. Höchst wahrscheinlich handelt es sich auch bei den oben geschilderten Bewegungen der schwärmenden Chytridiumsporen um Chemotaxis; die freibeweglichen Sporen werden durch gewisse Ausscheidungen der ihnen zur Nahrung bestimmten Pflanzen angelockt, ihre Bewegungen nach ihrem Ziele gerichtet. Merkwürdig ist dabei nur, daß für jede Chytridiumart in der Regel bloß ein von den Zellen einer bestimmten Pflanze ausgeschiedener Stoff als chemotaktischer Reiz wirkt, während ihre Schwärmsporen für die Ausscheidungen anderer Zellen unempfindlich sind. Eine chemische Erklärung für die Chemotaxis sind wir indeß ebenso wenig, wie eine mechanische, bis jetzt zu geben im Stande.

[20]) (S. 62.) Wenn auch bereits Linné seit 1730 in der Organisation aller Pflanzen ohne Ausnahme Trennung der beiden Geschlechter angenommen, und Phanerogamen und Kryptogamen dadurch unterschieden hatte, daß bei den ersteren, den Blüthenpflanzen, männliches und weibliches Geschlecht schon mit bloßen Augen oder doch mit der Lupe deutlich erkennbar, bei den letzteren, den Blüthenlosen, aber verborgen und nur mit dem Mikroskop sichtbar zu machen sei, so waren doch zu seiner Zeit die Kenntnisse über die Fortpflanzung der Gewächse noch so unvollkommen, daß sie kaum zur Annahme der Geschlechtsverschiedenheit bei den Phanerogamen berechtigten, für die Kryptogamen aber nicht den geringsten Anhalt boten. In der That war man fast bis in die Mitte unseres Jahrhunderts geneigt, die Kryptogamen für geschlechtslose Wesen zu halten, obwohl schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts Hedwig in Leipzig für die Laub- und Lebermoose die männlichen und weiblichen Organe aufgefunden hatte. Aber erst 1847 gelang

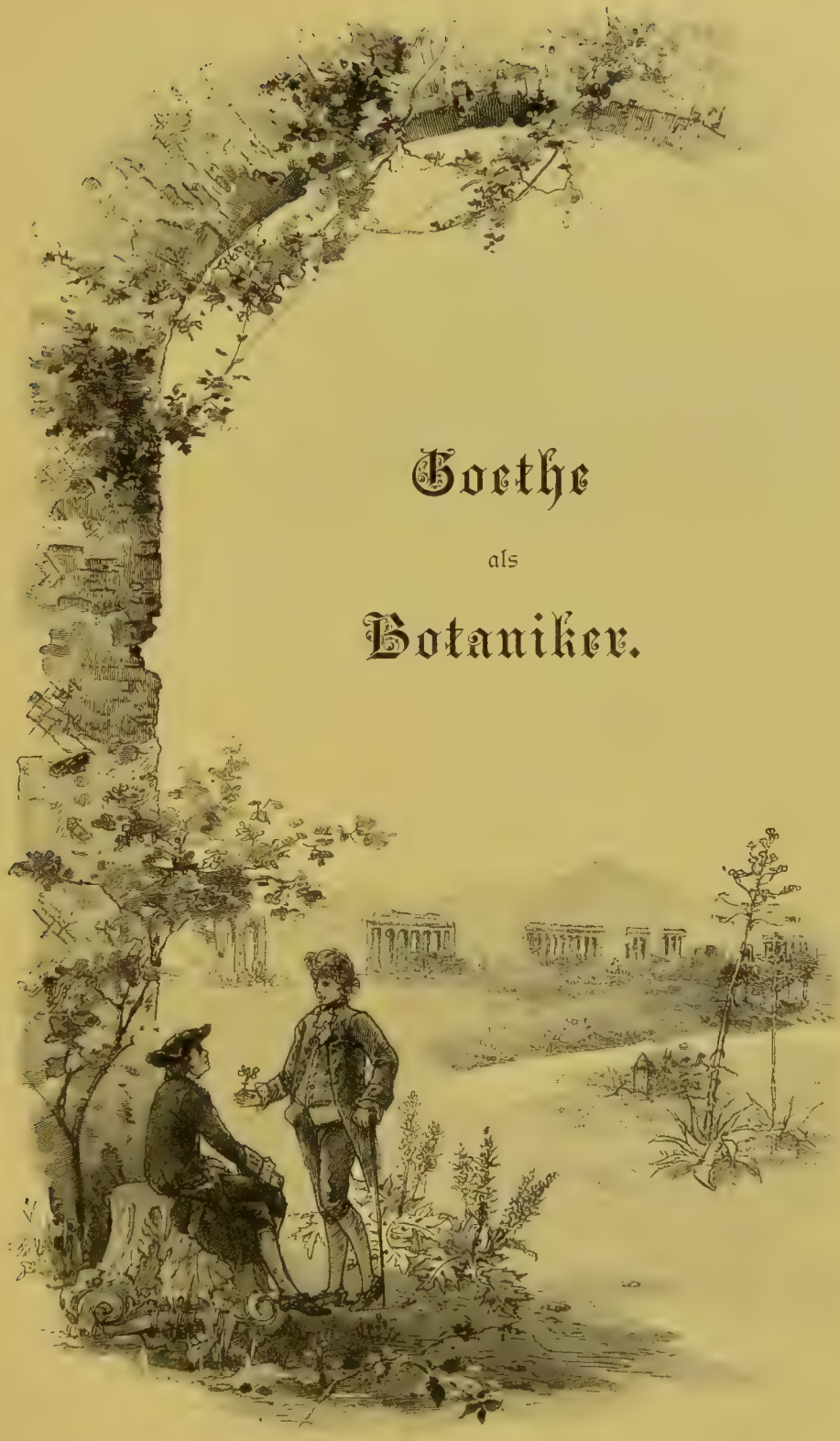
es dem Grafen von Leczycz Suminski, der sich mit der Zimmerkultur der Farnkräuter beschäftigte, bei diesen blüthenlosen Pflanzen an einem ganz unerwarteten Orte, nämlich an den kleinen grünlaubigen Vorkeimen, die Geschlechtsorgane zu entdecken; in den darauf folgenden Jahrzehnten wurde durch eine Reihe von Forschern, unter denen Wilhelm Hofmeister von Leipzig den ersten Rang einnimmt, ermittelt, daß bei allen Pflanzen, Phanerogamen und Kryptogamen, das weibliche Element in einem Ei, das männliche dagegen bei den Phanerogamen in den Körnern des Blüthenstaubs oder den Pollenzellen, bei den höheren Kryptogamen, den Moosen und Farnpflanzen (Bryophyten und Pteridophyten) dagegen in freibeweglichen Samenkörpern oder Samenfäden vertreten sei. Bei den niederen Kryptogamen hatten zuerst Decaisne und Thuret 1845 an schwarzbraunen Tangarten des Meeres Eier und frei herum schwimmende Samenkörper nachgewiesen, der Letztere später im Verein mit Bornet auch die Geschlechter bei den zierlichen rothen Meeralgen (Florideen) entdeckt; für die einfachsten grünen Algen des süßen Wassers verdanken wir die Entdeckung der geschlechtlichen Vorgänge in erster Reihe seit 1855 den Forschungen von Pringsheim. Für die Pilze sind nur bei einer verhältnißmäßig kleinen Zahl einfacher Formen, die den Algen am nächsten stehen und deshalb auch als Algenpilze (Phycomyceten) bezeichnet werden, ähnliche Geschlechtsverhältnisse wie bei den Algen beobachtet worden; von der großen Mehrzahl der Pilze ist es noch zweifelhaft, ob sie überhaupt geschlechtliche Wesen seien. Erst die mit den vollkommensten Hilfsmitteln der Mikroskopie ausgerüsteten Forschungen des letzten Jahrzehnts haben uns gelehrt, daß das Prinzip der sexuellen Fortpflanzung in der Verschmelzung zweier Zellkerne, des Eikern und des Spermakern, beruht. Bei den Phanerogamen wird der Blüthenstaub durch mechanische Einrichtungen, häufiger noch durch Wind oder Insekten auf die klebrige Narbe des Stempels getragen, und die Zellen des Pollen sprossen dort in lange Schläuche aus, welche durch den Griffel hindurch wachsen bis zu den Samenknospen im Innern des Fruchtknotens; sodann wandert der Spermakern, der sich in der Pollenzelle befindet, im Pollenschlauche wie in einer Röhrenleitung ins Innere der Samenknospe, und deren Spitze durchdringend, in das Ei hinein, mit dessen Kern er sich vereinigt. Bei den Kryptogamen befinden sich die Spermakerne im Innern der im Wasser frei beweglichen Samenkörper und werden von diesen bis zu den Eiern getragen, die oft in weiter Entfernung in schwer zugänglichen Organen (Archegonien oder Oogonien) verborgen sind. Pfeffer verdanken wir die überraschende Entdeckung, daß die Bewegungen der Samenkörper zu den Eiern auf Chemotaxis beruhen, d. h. es sind gewisse von den weiblichen Organen ausgeschiedene Stoffe, welche als Reize auf die ziellos herumschwärmenden Samenkörper wirken und sie gewissermaßen anziehen. Er zeigte 1883, daß für die Samenkörper der Farne die Aepfelsäure, für die der Moose dagegen Zucker der anziehende Stoff sei, daß Schwärme von Samenkörpern auch in eine Glaskapillare eindringen, wenn dieselbe mit einem dieser Stoffe erfüllt ist. Daß die

Pollenschläuche, oft unter Ueberwindung großer mechanischer Hindernisse, je einer in eine Samenknospe hinein wachsen, beruht, wie Pfeffers Schüler, der Japaner Miyoshi, 1893 gezeigt hat, ebenfalls auf Chemotropismus; gewisse von den Samenknospen ausgeschiedene Stoffe wirken als chemische Reize, welche dem wachsenden Pollenschlauche die Richtung nach dem Ei geben.

[21]) (S. 63.) Wenn Aristoteles der lebenden Pflanze eine Seele zuschreibt, die sich nur durch die Abwesenheit der höheren Kräfte von der Thierseele unterscheidet, so begreift sich dies dadurch, daß ihm, dem Sohn und Enkel eines Arztes, dessen Geschlecht seinen Ursprung von dem Heilgott Asklepios ableitete und in dem ohne Zweifel naturwissenschaftliche Kenntnisse sich von Generation auf Generation vererbt hatten, ein Schatz von speziellen Beobachtungen über die niederen Thiere und namentlich über die des Meeres zu Gebote stand, die uns Binnenländern gewöhnlich fern liegen. Während wir unsere Vorstellungen von Pflanzen und Thieren nach den uns am meisten bekannten Wirbelthieren auf der einen, den Bäumen und Sträuchern auf der andern Seite bilden und daher einen ungeheuren Abstand zwischen Thier- und Pflanzenwelt wahrzunehmen glauben, erblickte Aristoteles in den festsitzenden Weichthieren und Schwämmen des Meeres Uebergänge zwischen beiden, und die ihm bekannte Entwickelungsgeschichte brachte es ihm zum Bewußtsein, daß der Seele im embryonalen Zustande selbst bei den vollkommensten Thieren nur die Kraft der Ernährung und des durch sie bedingten Wachsthums, in derselben Weise wie bei den Pflanzen, zukomme, und daß die höheren Seelenkräfte sich in den Thieren erst allmählich zugleich mit den Organen entwickeln. Hätte Aristoteles die nach dem Licht oder der Nahrung gerichteten freien Ortsbewegungen der Schwärmsporen bei Algen und Pilzen, sowie die Reizbewegungen der Mimosen und anderer Pflanzen gekannt, wo das Organ der Reizempfindung von dem Bewegungsorgan oft weit entfernt ist, er hätte der Pflanzenseele die Kräfte der Empfindung und Bewegung gewiß nicht abgesprochen. Bewußte Empfindung, bewußter Wille freilich kann auch bei denjenigen Bewegungen der Pflanzen nicht angenommen werden, welche, wie das Aufsuchen der Nahrung oder des Lichtes, das Fliehen der Schädlichkeiten, die gegenseitige Anziehung der Geschlechter, den Anschein solcher Akte tragen; in dieser Hinsicht stimmen aber die Pflanzen vollständig mit den niedersten Thieren, den Protisten, überein, von denen Verworn auf Grund seiner Experimente aussagt: „daß bei ihnen keinenfalls höhere psychische Vorgänge, bewußte Empfindung, Vorstellung, Gedanken, Ueberlegung, bewußte Willensakte vorkommen; gleichwohl seien ihre unvollkommenen Seelenthätigkeiten als die Keime der höchsten psychischen Vorgänge bei den Thieren und selbst beim Menschen anzusehen" (Psychophysiologische Protisten-Studien. Jena 1889).

[22]) (S. 66.) Viele unserer größten Naturforscher nehmen an: ebenso wenig wie es eine Grenze zwischen Pflanzen und Thieren gebe, ebenso wenig existire eine

solche zwischen Lebendem und Leblosem, zwischen Anorganischem und Organischem. Dem gegenüber muß ich daran festhalten, daß zwischen einem lebenden und einem todten Körper ein absoluter Abstand besteht. Selbst das lebende Protoplasma unterscheidet sich von todtem nicht bloß dadurch, daß jenes eben für die Lebensvorgänge befähigt ist, daß es Reizbarkeit, Ernährung, Stoffwechsel, Wachsthum, Entwickelung, Fortpflanzung besitzt und dieses nicht; es verhält sich auch verschieden gegen einfache chemische und physikalische Einwirkungen, verschieden in Bezug auf Diffusion, Färbbarkeit, Koagulirbarkeit u. a. Durch welche Ursachen diese Verschiedenheit des lebenden und des todten Protoplasma bedingt ist, darüber haben wir allerdings nur Vermuthungen; möglich, daß die Molekel des lebenden Protoplasma eine bestimmte Anordnung zeigen, die mit dem Tode zerfällt, wie im magnetischen Eisenstab die Molekel anders geordnet sind als im unmagnetischen; möglich, daß lebendes Protoplasma sich auch chemisch von todtem unterscheidet, wie Loew und Bokorny annehmen, welche im lebenden Protoplasma reduzirende Stoffe (Aldehyde) nachwiesen, die im Tode verschwinden; möglich aber auch, daß das Wesen des Lebens in noch unbekannten stofflichen oder dynamischen Eigenschaften des Protoplasma beruht.



Goethe

als

Botaniker.

Goethe als Botaniker.

I.

Große Männer gleichen jenen erhabenen Alpengipfeln, für welche wir erst in der Entfernung den richtigen Standpunkt gewinnen, wo sie hoch über alle Bergketten emporragen, während mitten im Hochgebirge selbst niedrige Nachbarn ihnen nahe zu kommen, zu Zeiten selbst sie zu verdecken scheinen. Diese Probe wahrer Größe hat Goethe bestanden; denn je weiter wir uns von seiner Zeit entfernen, desto einsamer leuchtet seine Erscheinung im Sonnenglanze unsterblichen Nachruhms, während die meisten seiner Zeitgenossen mehr und mehr von der Dämmerung der Vergessenheit verhüllt werden; viele unter ihnen leben nur darum in der Erinnerung der Nachwelt, weil sie einmal mit Goethe in Berührung kamen, und treten sofort in tiefen Schatten, sobald sie sich aus

seinem Strahlenkreis entfernen. Verstummt sind die Stimmen beschränkter Mißgunst, welche Goethes Bild in den Augen der Mitwelt und selbst noch eine Zeit nach seinem Tode zu verkleinern suchten; die Goethe-Denkmäler, welche in den letzten Jahrzehnten in den deutschen Hauptstädten errichtet wurden, sind Zeugen dafür, daß der gesammten Nation das Verständniß für ihren größten Dichter aufgegangen; dennoch ist es wohl nur Wenigen zum vollen Bewußtsein gekommen, wie viel eigentlich das deutsche Volk Goethe verdanke. Ich spreche hier nicht von den Dichtungen, die nicht bloß in der deutschen, sondern in der gesammten Weltlitteratur unübertroffen dastehen; ist ja doch Goethe fast der einzige Dichter, der in demselben Maße, wie er die Jugend durch die leidenschaftliche Empfindung seiner Erstlingswerke begeistert, so auch das spätere Alter durch die Tiefe und Weisheit seiner reifen Schöpfungen sympathisch an sich fesselt. Aber, wie schon oft gesagt worden, Goethe war als Mensch noch größer, denn als Dichter. „Voilà un homme!“ so hatte Napoleon I. den Dichter bei der Audienz zu Erfurt am 2. Oktober 1808 begrüßt; und in der That, mit diesen drei Worten ist Alles gesagt. Ja, Goethe war ein Mensch in des Wortes vollster Bedeutung: edel, hilfreich und gut, bescheiden, hochherzig, frei von Neid und Selbstsucht, pflichtgetreu und unermüdlich in der Arbeit, freilich ein Mensch so reich von der Natur ausgestattet an Körper und Geist, wie er nur in Jahrhunderten einmal auf Erden erscheint. Aber indem Goethe diese wunderbare Begabung sein ganzes Leben hindurch in rastloser Arbeit harmonisch ausbildete, hat er seine Persönlichkeit zum vollendeten Kunstwerk entwickelt, allen folgenden Geschlechtern zur Bewunderung und zum Vorbild.

In der Einleitung zu seiner großen Weltgeschichte sagt Leopold v. Ranke: „Von dem Besitze, welchen das Menschengeschlecht sich im Laufe der Jahrhunderte erworben hat, ... bilden einen Bestandtheil, so zu sagen das Juwel desselben, die unsterblichen Werke des

Genius in Poesie und Litteratur, in Wissenschaft und Kunst, die unter nationalen Bedingungen entstanden, doch das allgemein Menschliche repräsentiren." Aber gerade von diesem edelsten Besitze gilt vor Allem des Dichters Wort:

„Was Du ererbt von Deinen Vätern hast,
Erwirb es, um es zu besitzen."

Goethe hat den von den vorangegangenen Generationen hinterlassenen Besitz nicht nur durch herrliche Kleinodien gemehrt; er war auch der Erste, der durch eine universale Bildung sich befähigte, diesen Besitz voll und ganz anzutreten. Durch den Zauber der Peitho, der dem Dichter mehr als jedem andern Menschen zu Gebote steht, hat er diesen Besitz seinem Volke zugleich begehrenswerth und zugänglich gemacht. Wenn Melanchthon als praeceptor Germaniae im Reformationszeitalter gepriesen wurde, so ist Goethe für unsere Zeit der Lehrer des deutschen Volkes, ja der gesammten modernen Kulturwelt geworden. [1])

In einem von Geibels schönsten Gedichten erscheint Goethe als der junge Held, der das scheue Kind, die deutsche Muse, aus den welschen Taxushecken in die deutschen Eichenwälder führt. Aber Goethe war es auch, der die schönsten Blüthen, die in dem Weltgarten der Poesie sich entfaltet haben, in den deutschen Boden verpflanzte. Niemand vor Goethe hat die Gemüthstiefe hebräischer Psalmen und Propheten, die sonnige Klarheit hellenischer Epen und Dramen, das künstliche Filigrangeflecht persischer und arabischer Poeten, das gigantische Pathos Shakespeares, Hans Sachsens kerngesunden Humor und die melodische Innigkeit des deutschen Volksliedes mit der gleichen feinsinnigen Empfänglichkeit verstanden und uns verständlich gemacht. Aber auch in den bildenden Künsten war er es, der vor Allen unserm Volke die Welt des Schönen nach allen Richtungen hin aufgeschlossen hat; wenn heutzutage die Geschichte der Kunst zu einem Bildungsmittel geworden ist, das in immer weitere Schichten des Volkes veredelnd eingreift und selbst

der Jugend zugänglich gemacht wird, so ist dies im Wesentlichen eine Nachwirkung der von Goethe ausgegangenen Anregungen. War er es doch, der an hundert Stellen die unsterblichen Schönheiten der griechischen Plastik mit begeistertem Munde verkündigte und so das Werk vollendete, das Winckelmann und Lessing für die ästhetische Erziehung ihres Zeitalters begonnen hatten. Aber trotz seiner Vorliebe für die geistesverwandten Schöpfungen des klassischen Alterthums war es doch auch wieder Goethe, der unserm Volke die Augen öffnete für die mystische Poesie gothischer Kunst, für welche der Sinn im Zeitalter des Rokoko verloren gegangen war. Das Münster Erwins von Steinbach und der Kölner Dom, den Goethe noch als Ruine geschaut und dessen Wiederherstellung er freudig begrüßt, Lionardos Abendmahl in Santa Maria delle Grazie und Rafaels heilige Cäcilie, die Farbengluth der venetianischen Maler und die kühle Vornehmheit der Bauten Pallodios, die melancholische Poesie der holländischen Landschafter und die kindliche Einfalt der altdeutschen Meister, sie alle sind uns zuerst durch Goethes Schriften vertraut und für unsere Bewunderung erschlossen worden.

Und nicht bloß für die Schönheiten der Kunst, auch für die der Natur hat Goethe uns Auge und Seele geöffnet. Denn dieselbe Feinheit und Wahrheit, welche Goethe in der Beobachtung, dieselbe Frische und Lebhaftigkeit, welche er in der Schilderung des menschlichen Herzens entwickelt, zeigt er auch in der Beobachtung und Darstellung der lebendigen Natur: von allen Dichtern kommen ihm in Treue und Glanz der Naturschilderungen nur Homer, Dante und Shakespeare gleich. Goethe hat in einer seiner kunstgeschichtlichen Abhandlungen den großen Landschaftsmaler Ruysdael als Dichter behandelt; mit ebenso großem Rechte können wir den Dichter Goethe unter die ersten Landschaftsmaler rechnen, hatte er doch sein Auge jahrelang durch das Studium der alten Meister, wie durch eigene Versuche im Landschaftszeichnen geübt. Mit vollem Recht sagt A. von Humboldt: „Welches südliche Volk sollte

uns nicht den großen Meister der Dichtung beneiden, dessen Werke alle ein tiefes Gefühl der Natur durchdringt, in den Leiden des jungen Werther, wie in den Erinnerungen von Italien, in der Metamorphose der Gewächse, wie in seinen vermischten Schriften? Wer hat beredter seine Zeitgenossen angeregt, des Weltalls heilige Räthsel zu lösen, das Bündniß zu erneuern, das im Jugendalter der Menschheit Philosophie, Physik und Dichtung mit einem Band umschlang? Wer hat mehr hingezogen in das ihm geistig heimische Land, wo

Ein sanfter Wind vom blauen Himmel weht,
Die Myrte still und hoch der Lorbeer steht?"

Wer endlich von den Tausenden, welche alljährlich, den Staub der Stadt von sich schüttelnd, durch Reisen in der schönen Natur Erfrischung suchen, ist sich bewußt, daß auch hier Goethe unsern Wanderungen die Richtung gewiesen und die Ziele gesteckt hat? Bekanntlich ist die Sehnsucht, die uns so mächtig in Berge und Waldeinsamkeit zieht und vor allem die von der Kultur nicht berührte romantische Landschaft der Hochgebirge aufsuchen läßt, eine ganz moderne Empfindung; den Menschen des Alterthums, des Mittelalters und der Renaissance galten Wälder und Gebirge als Orte des Schreckens, die man so schnell wie möglich zu verlassen suchte, und die Wenigen, welche in jenen Zeiten Reisen zum Vergnügen unternahmen, wollten nicht der Naturschönheiten sich erfreuen, sondern in großen Städten Zerstreuungen genießen oder fremde Sitten und Gebräuche kennen lernen. Goethe war nicht nur einer der ersten deutschen Touristen im modernen Sinne, sondern er hat durch seine Reiseschilderungen auch am meisten auf die Erweckung, Ausbildung und Verbreitung der Reiselust eingewirkt. Wenn wir in die rebenreichen Landschaften am Neckar, am Main und am Rhein, oder in die Waldgebirge des Harzes oder Thüringens pilgern, so folgen wir den Goetheschen Spuren; in einer Zeit, wo selbst die nächsten Nachbarn dem Montblanc sich

nicht zu nahen getrauten, wo selbst Jean Jacques Rousseau, auf dessen frische Schilderungen vom Genfer See gewöhnlich die Erweckung des modernen Naturgefühls zurückgeführt wird, nie sich in das Hochgebirge gewagt hat, drang Goethe im November 1779 in das Thal von Chamonix, das damals noch fast ebenso unbesucht war, wie heut Spitzbergen, überstieg den Montanvert, den Col de Balme, die Furca und den Gotthard; und wenn heutzutage eine Schweizer Reise für jeden gebildeten Menschen zu einem Lebensbedürfniß geworden ist, so haben wir dies dem unwiderstehlichen Zauber der Goetheschen Reiseberichte zu verdanken. Und daß die Meisten, die heut Italien bereisen, bewußt oder unbewußt der Sehnsucht Folge leisten, welche Goethe uns schon in der Jugend durch seine Briefe und durch Mignons herrliches Lied geweckt hat, wer wollte das bezweifeln?

Aber vor Allem darum hat Goethe unserer Generation eine neue Welt erschlossen, weil er als der erste erkannt hat, daß zu einer humanen Bildung — neben dem Studium der Litteratur und Kunst, der Geschichte und der Philosophie — als unentbehrliche Ergänzung auch das Studium der Natur gehöre. Die Männer, welche vor Goethe sich mit Naturwissenschaften beschäftigten, waren entweder Fachgelehrte, die für ihren Beruf als Lehrer, Aerzte oder Apotheker gewisse Naturkenntnisse brauchten, oder Dilettanten, die am Sammeln von Naturkuriositäten Vergnügen fanden. Erst auf der Höhe seines Lebens, in der Blüthezeit seines Schaffens, wurde sich Goethe bewußt, daß ihm in der Harmonie seiner Bildung eine Lücke geblieben war, weil ihm die Natur fremd gegenüberstand; mit einer Energie und Hingebung ohnegleichen, die bis zu seinem letzten Augenblick nicht nachließ, bestrebt er sich fortan, das gesammte Naturwissen seiner Zeit in sich aufzunehmen. Denn noch niemals hat ein Mensch sein ganzes Leben lang mit solchem Ernst an seiner harmonischen Bildung gearbeitet, wie Goethe, der den alten Spruch: „Homo sum, humani nil a me alienum puto"

im idealsten Sinne auf sich selbst anwenden konnte. Daß ein Mann von solch außerordentlicher Begabung, so ausgebildeten Sinnen, so schöpferischem Genius nicht dabei stehen blieb, das von Andern gesammelte Material im Gedächtniß aufzuspeichern, daß er bald auf allen Gebieten der Naturwissenschaften zu neuen Entdeckungen, zu allgemeinen Gesetzen gelangte, die den Vorgängern verborgen geblieben waren, daß er seine Kenntnisse zu einer selbstständigen und großartigen Weltanschauung durcharbeitete, die eine neue Epoche unserer Naturwissenschaft mitbegründet hat, ist leicht begreiflich; nicht minder aber, daß die Bestrebungen, denen Goethe in der zweiten Hälfte seines Lebens seine besten Kräfte widmete, nicht bloß bei den Zeitgenossen kein Verständniß und keine Anerkennung fanden, sondern bis auf den heutigen Tag keiner vollen Würdigung sich erfreut haben. Nur ein so universaler Geist, wie Alexander v. Humboldt, hätte Goethes Verhältniß zu den Naturwissenschaften nach allen Seiten hin klar zu legen vermocht; heutzutage wäre höchstens ein Verein von Naturforschern, wie er sich einmal für die Biographie Alexanders von Humboldt zusammenfand, im Stande, dem großen Meister gerecht zu werden.

In der That haben bereits die hervorragendsten Naturforscher unserer Zeit sich in die Aufgabe getheilt, über die ihnen am nächsten liegenden Richtungen der Goetheschen Naturwissenschaft ihr Urtheil abzugeben; und es haben insbesondere Helmholtz die optischen, Virchow, O. Schmidt, Haeckel, K. v. Bardeleben die vergleichend anatomischen Studien kritisch beleuchtet. Goethes Forschungen auf dem Gebiete der Mineralogie und Geologie, der Meteorologie und Klimatologie erwarten noch ihre Bearbeitung von Seiten der Fachmänner. Wenn ich selbst mir hier die Aufgabe gestellt habe, Goethe als Botaniker zu schildern, so ist es nicht, als wollte ich jenen Meistern der Forschung und Darstellung mich an die Seite stellen, sondern weil ich mich überzeugt habe, daß eines der interessantesten Gebiete der Goetheschen Naturforschung, in welchem

derselbe die größte Befriedigung fand und die anhaltendsten Wirkungen erreichte, bei den Fachgenossen noch keine erschöpfende Würdigung gefunden hat.[2]) Freilich ist es kaum zulässig, eine einzelne Richtung in Goethes Naturstudien zu verfolgen, ohne auch die übrigen in Betracht zu ziehen; am wenigsten ist dies bei den botanischen möglich, die erst durch die gleichsinnigen Forschungen über die Organisation und Entwickelung der Thiere ihre Ergänzung finden.[3])

Goethe selbst hat eine ausführliche Geschichte seiner botanischen Studien gegeben, von liebenswürdigem Reiz der Darstellung und gerechter Anerkennung aller derer, von denen er Anregung oder Widerspruch erhalten hatte;[4]) vergleichen wir hiermit das fast unübersehbare Material, welches in Goethes ausgebreiteter Korrespondenz, sowie in seinen Gesprächen überliefert ist,[5]) so können wir Goethes botanischen Entwickelungsgang so vollständig, wie kaum bei einem andern Manne, Jahr für Jahr, ja fast Tag für Tag verfolgen. Mir selbst war es vergönnt, außerdem noch ein ungedrucktes Manuskript zu benutzen, welches von Goethes botanischem Famulus F. G. Dietrich abgefaßt und mir durch die Güte des verstorbenen Appellations-Gerichts-Präsidenten Belitz zur Verfügung gestellt worden ist.

II.

Erst im Mannesalter begann Goethe sich mit der Welt der Pflanzen wissenschaftlich zu beschäftigen. Er selbst erzählt uns, er habe als ein Frankfurter Stadtkind von dem, was äußere Natur heißt, keinen Begriff und von ihren sogenannten drei Reichen keine Kenntniß gehabt; höchstens hatte er Gelegenheit, den Flor der Tulpen, Ranunkeln und Nelken in wohleingerichteten Ziergärten zu bewundern. Das änderte sich erst, als am 7. November 1775 der 26jährige Jüngling mit dem Apollokopf und dem Adlerauge in Weimar einzog. Mit wunderbarem Scharfblick prophezeite

J. G. Zimmermann schon am 29. December des nämlichen Jahres in einem Briefe an Charlotte v. Stein von der Verbindung Goethes mit Karl August „den Beginn eines goldenen Zeitalters, das in der Geschichte Epoche machen und für die Nachwelt die sogenannten großen Thaten der großen Höfe und der großen Nationen überstrahlen werde".

Botanik kann man nicht aus Büchern lernen, man muß die lebende Pflanzenwelt in freier Natur studiren. „In Weimar", schreibt Goethe, „beglückte mich der Gewinn, Staub- und Stadtluft mit Land-, Wald- und Garten-Atmosphäre zu vertauschen." Mochten ihn auch schon früher Naturprobleme interessirt haben, — wozu hätte sonst der junge Jurist in Leipzig und Straßburg vorzugsweise mit Medizinern verkehrt und Kollegien über Chemie, Anatomie, Chirurgie gehört? — erst in Weimar wurde er durch seinen Beruf als Minister, ja als Chef des Weimarischen Kabinets, den er gewissenhaft auffaßte, zu ernstlicher Beschäftigung mit den Naturwissenschaften hingeführt. Wie ihn das Bestreben, den Wohlstand des armen Landes durch Bergbau zu fördern, zur Mineralogie trieb, so wurde er durch seine Leitung der Forstverwaltung, durch seine Theilnahme an den Jagden in den ausgedehnten Revieren des Thüringer Waldes, durch die unter seiner Mitwirkung schon 1778 in Angriff genommene Anlage des Parks zu Weimar[6]) angeregt, die Natur der Bäume zu studiren. Eine reiche Quelle zur Beobachtung der Pflanzen gewährte ihm der Garten, den er als Geschenk seines Herzogs am 16. April 1776 in Besitz nimmt; es war ein Grundstück, wie es einst der jüngere Plinius für seinen Freund, den Geschichtsschreiber Suetonius gesucht: „ein rechter Gelehrtengarten, nahe genug der Stadt, um ihn leicht erreichen zu können, und doch entfernt genug, um dem Staub und Lärm zu entgehen; groß genug, um den Besitzer zu zerstreuen, doch zu klein, um ihn zu absorbiren; soviel Land als erforderlich, damit das Auge sich erquicke, der Geist sich ausruhe, soviel Wege, als für einen

Spaziergang nöthig, und soviel Bäume, daß man sie mit Bequemlichkeit zählen kann."

Wenn man vom Schloß von Weimar kommend auf der hohen Sternbrücke die Ilm überschreitet, so gelangt man zu einem freien Platz, dem Stern, in dessen Nähe gegen den Abhang des Ilmthales der Goethesche Garten aufsteigt; unten erhebt sich das einfache Gartenhaus, dessen erstes Stockwerk von Schlingpflanzen, Geisblatt und gefüllter Waldrebe umrankt ist:

„Uebermüthig sieht's nicht aus.
Hohes Dach und niedres Haus;
Allen, die daselbst verkehrt,
Ward ein guter Muth bescheert.
Grüner Bäume dichter Flor,
Selbstgepflanzter, wuchs davor;
Geistig ging zugleich alldort
Schaffen, Hegen, Wachsen fort" —

schrieb Goethe, 50 Jahre später (1827). Auf halber Höhe des Berggartens befindet sich eine Laube, von Gesträuch und hohen schattenreichen Bäumen umgeben, mit Gartenmöbeln versehen, von der man eine anmuthige Aussicht genießt; sie trägt, in eine Steintafel eingegraben, eine Weiheinschrift in herrlichen Distichen. Es ist dies eine geweihte Stätte, der Schauplatz edler Geselligkeit, zarter Freundschaft und schwärmerischer Liebe, aber auch ernster Sorge und schwerer Kämpfe, die Geburtsstätte herrlicher Dichtungen und tiefsinniger Forschungen. Auf diesen Bäumen ruht der schönste Liebessegen:

„Sag' ich's Euch, geliebte Bäume,
Die ich ahndevoll gepflanzt,
Als die wunderbarsten Träume
Morgenröthlich mich umtanzt.
Wachset wie aus meinem Herzen,
Wachset in die Luft hinein;
Denn ich grub ja Freud' und Schmerzen
Unter Eure Wurzeln ein!"

Mit der naiven Freude eines kindlichen Gemüths genießt Goethe das Glück seines Besitzthums; am 17. März 1777 wird der Grundstein des Hauses gelegt, am 3. Mai schon sitzt er auf seinem Altan und „entschlummert draußen unter Blitz, Donner und Regen so herrlich, daß ihm das Bett fatal wird"; so oft er erwacht, „um 12, 2, 4 Uhr, jedesmal neue Herrlichkeit des Himmels um ihn". Schon im April sendet er an Charlotte v. Stein, an die sein ganzes Sinnen und Denken gerichtet ist, die ersten Blumen — und die ersten Spargel, im Mai die ersten Rosen, im Juni die ersten Erdbeeren und so fort von Jahr zu Jahr. Treulich fühlt er von seinem Garten aus alle Veränderungen des Erdlebens mit; selbst bei Frost und Nacht findet er sein Revier unendlich schön, weilt bei der ersten Witterung von Frühlingsluft um seine Bäume, fühlt ihr Gedeihen vor, schreibt an die Thür seines Hauses: „Gebe uns der Himmel den Genuß davon und stäube allen Hof- und Aktenstaub von uns weg." Als er 1782 in sein vornehmes Stadthaus übersiedelt und ihm Jemand den Garten abkaufen will, geht er (8. Juli) noch einmal hinaus: „jede Rose sagte zu mir: und Du willst mich weggeben? In dem Augenblick fühlte ich, daß ich diese Wohnung des Friedens nicht entbehren könne."

III.

Während in solcher Weise Goethe mit frischem Genießen in das Weben der Natur sich einlebt, erwacht in ihm immer lebhafter der Drang, dieselbe durch wissenschaftliche Forschung zu beherrschen. Wenn er über Felder und Berge reitet, kommen ihm Gedanken über Entstehung und Bildung der Erdoberfläche, die er durch ernsthafte mineralogische Studien zu vertiefen sucht. Im Jahre 1784 wendet er sich zur Anatomie, mit der Knochenlehre beginnend; zuletzt, um das Jahr 1785, kommen die Pflanzen an die Reihe; er wählt sich Linné als Führer in ihrem Reiche. Goethe selbst

gesteht: „Nach Shakespeare und Spinoza ist auf mich die größte Wirkung von Linné ausgegangen."

Dieser „außerordentliche Mann", der erst sechs Jahre vorher aus der Welt geschieden war, beherrschte mit dem niederdrückenden Uebergewicht seiner Autorität die gesammte naturgeschichtliche Anschauung seiner Zeit. Hatte doch Linné die unendliche Welt der Thiere und Pflanzen gewissermaßen erobert, indem er uns lehrte in der verwirrenden Fülle der Einzelwesen uns zurecht zu finden, sie in ihrer Gesammtheit übersichtlich zu überschauen und jedem einzelnen Geschöpf seinen Platz anzuweisen; denn gleichwie der Geograph die Gestaltung der ungeheuren Erdoberfläche zur Anschauung bringt, indem er dieselbe in Welttheile, diese in Länder, die Länder in Provinzen und Kreise gliedert, deren Grenzen er mit scharfen Umrissen in seine Karten zeichnet, so hatte Linné das ungeheure Reich der Natur in Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten übersichtlich eingetheilt; die Aufgabe der beschreibenden Naturwissenschaft, vor allem der Botanik, fand derselbe eben in der scharfen Abgrenzung der einzelnen Kreise seines Systems, die wieder auf eine genaue Betrachtung und Beschreibung, auf Zählen und Messen der Organe gegründet ward. Für diese Arbeit des Analysirens, Beschreibens und Ordnens schienen Linné die Pflanzen am geeignetsten, wenn sie getrocknet im Herbarium lagen; daß sie eigentlich lebende Wesen seien, daß in ihrer Formengestaltung und Entwickelung allgemeine Gesetze zur Erscheinung gelangen, wurde von ihm kaum beachtet. Dem Dichter, der gewöhnt war, für jeden Gedanken, wie für jegliche Anschauung das passende Wort frei zu erfinden, erschien es „widerlich", gefesselt an die Kette einer starren Terminologie, wie sie Linné der Botanik aufgezwungen hatte, die unendlich wechselnden Pflanzengestalten mit genau vorgeschriebenen Ausdrücken beschreiben zu sollen. So mußte sich Goethe sofort in Widerspruch zu Linné setzen: „denn", sagt er, „indem ich sein scharfes geistreiches Absondern, seine treffenden, aber oft willkür-

lichen Gesetze in mich aufnahm, ging in meinem Innern ein Zwiespalt vor: das, was er mit Gewalt auseinander zu halten suchte, mußte nach dem innersten Bedürfniß meines Wesens zur Vereinigung anstreben."

In den Jahren 1785 und 1786 giebt sich Goethe der Botanik mit täglich wachsender Leidenschaft hin; mit wahrem Proselyteneifer sucht er seine ganze Umgebung dafür zu interessiren. Unter seiner Anregung bildet sich der Herzog [7]) zum eifrigen Gartenliebhaber, allmählich zum kenntnißreichen Botaniker aus, der in den Gewächshäusern von Belvedere die größten Seltenheiten der ausländischen Flora, in seiner Bibliothek die kostbarsten Werke der botanischen Litteratur versammelt und an allen Einzelheiten persönlichen Antheil nimmt. Herder und Knebel werden von Goethe als Vertraute in seine botanischen Grübeleien eingeweiht. Charlotte v. Stein, die angebetete, feinfühlende Gefährtin all seines Dichtens und Trachtens, muß sich, wenn gleich mit sichtlichem Widerstreben, auch für diese Studien begeistern; auch in der Botanik ist Eros sein Lehrmeister. Schon 1779 hatte sie mit ihm den Buffon, im November 1784 den Spinoza und zwar lateinisch lesen müssen; im Januar 1785 werden zwei Mikroskope angeschafft, eins für Goethe, eins für Charlotte, nun wird das ganze Jahr hindurch aufs Eifrigste gemeinsam mikroskopirt, vorzugsweise Infusorien beobachtet. [8]) Auch die botanischen Studien werden mehr und mehr systematisch betrieben, im März 1785 werden Kokosnüsse sezirt und Keimversuche mit allerhand Samen angestellt. [9]) Schon am 8. April meldet Goethe an Merck: „Ich habe in der Botanik hübsche Entdeckungen und Kombinationen gemacht", er beabsichtigt dieselben in einer kleinen Abhandlung für Knebel zu Papier zu bringen; am 14. April geht er nach Belvedere, „um seine botanischen Augen und Sinne zu weiden". Am 15. Mai schreibt Goethe an Charlotte, die inzwischen ins Karlsbad gereist ist: „Wie lesbar mir das Buch der Natur wird, kann ich Dir nicht ausdrücken; mein langes Buchstabiren hat

mir geholfen, jetzt wirkt's auf einmal, und meine stille Freude ist unaussprechlich."

Am 20. Juni begiebt sich Goethe in Gesellschaft von Knebel auf die Reise, seiner Freundin nach Karlsbad nachzufolgen. Auf dem Burgweg bei Jena begegnen sie einem Studenten, der mit der Blechtrommel auf dem Rücken von einer botanischen Exkursion heimkehrt; der 17jährige Jüngling, Friedrich Gottlieb Dietrich, ist der Abkömmling einer Familie von Kräutersammlern und Laboranten aus Ziegenhain, in der sich seit 150 Jahren die Kenntniß der einheimischen Flora von Geschlecht zu Geschlecht vererbt hatte.[10]) Der junge Dietrich wird angehalten, er muß die Büchse öffnen, eine Pflanze nach der andern herausnehmen, lateinische und deutsche Namen, Klasse und Ordnung des Linnéschen Systems, auch wohl Nutzen in Land- und Hauswirthschaft erläutern. Da er die Probe gut besteht, ladet ihn Goethe zu einem Spaziergang auf den benachbarten Hausberg ein. Auf dem Wege werden allerhand interessante Pflanzen gefunden, Federgras, Frauenschuh, Spinnen- und Fliegenorchis, das bleiche Vogelnest und noch manche von den beneidenswerthen Zierden der Jenenser Kalkberge. Nun wird Dietrich aufgefordert, die Herren zu einer Reise durch das Fichtelgebirge und in das Karlsbad zu begleiten: hochbeglückt sagt er zu. Schon Tags darauf macht sich die Gesellschaft auf den Weg; die Reise geht über Neustadt an der Orla; hier erkrankt Goethe, so daß Knebel aus Jena den Professor Loder kommen läßt; am nämlichen Tage schreibt er von seinem Krankenbett an Charlotte nach Karlsbad: „Mein Mikroskop bringe ich mit, es ist die beste Zeit, die Tänze der Infusorien zu sehen; sie haben mir schon großes Vergnügen gemacht. Leb' wohl! Ach, wer die Sehnsucht kennt!"

Erst nach sechs Tagen kann die Reise fortgesetzt werden, über Schleiz, Hof, Wunsiedel hinein ins Fichtelgebirge. Im Wagen erhält der junge Dietrich den Platz auf dem Rücksitz: so oft der Weg an einer kräuterreichen Wiese vorbeiführt, muß der Kutscher

halten, der Student aussteigen, die merkwürdigsten blühenden Pflanzen sammeln und den Herren im Wagen vorzeigen, dabei die Unterscheidungsmerkmale der Gattung und Art auseinandersetzen; Knebel nimmt die Exemplare ab, sie genauer zu betrachten; während der Zeit hält Goethe Linnés Systema vegetabilium in Händen, sucht darin die Art auf und vergleicht die Linnésche Beschreibung.[11])

Von Wunsiedel geht es hinauf in die Berge; Seeberg und Ochsenkopf werden bestiegen. In einer Schlucht zwischen Ochsenkopf und Schneeberg liegt eine sumpfige Wiese, die Seelohe; vom Felsen herabschauend, erblickt hier Goethe einen purpurrothen Fleck, der von der Ferne seine Verwunderung erregt. Sofort steigen die Herren hinab: es ist ein Torfmoor, auf dem der Sonnenthau (Drosera rotundifolia und longifolia) mit seinen purpurnen Blattrosetten sich so massenhaft angesiedelt hat, daß er alle andern Pflanzen verdrängt, und das Moor wie mit einem Purpurteppich bedeckt erscheint. Goethe, der jede Pflanze, die ihm begegnet, sorgfältig untersucht, findet kleine Insekten an den Blättern des Sonnenthau haftend; durch ihre Bewegungen gereizt, legen sich die Purpurhaare der Blätter aneinander und richten sich nicht eher auf, bis das Insekt getödtet ist; es gelingt sogar durch sanftes Berühren mit einer Borste die Reizbarkeit der Drüsenhaare zu erregen. So ist Goethe einer der Ersten, der eine insektenfressende Pflanze beobachtete: drei Jahre vorher hatte ein Bremer Arzt die wunderliche Thatsache bekannt gemacht; doch erst ein Jahrhundert später gelang es Charles Darwin, die Botaniker zugleich von der Richtigkeit und von der Bedeutsamkeit derselben zu überzeugen.[12])

Wir können unsere Reisenden nicht weiter begleiten; nichts entgeht Goethes Aufmerksamkeit, weder die wunderlichen Formen der Granitfelsen, noch die technische Bearbeitung der Erze, noch die seltenen Gebirgspflanzen; die Steine werden gesammelt, die Pflanzen in Herbarien eingelegt,[13]) Notizen gemacht, Landschafts-

skizzen angefertigt. Beinahe hätte die Reise wieder eine unerwünschte Unterbrechung erlitten, als Goethe einen prächtigen Bärenlauch (Allium ursinum) mit der Zwiebel ausgrub; der würzige Knoblauchgeruch war seiner reizbaren Natur so zuwider, daß er mit Mühe ein Unwohlsein überwand.

In Karlsbad hatte sich um die Herzogin Louise eine hochinteressante Gesellschaft versammelt, Frau v. Stein, Gräfin Bernstorff, Fürstin Lubomirska, Graf und Gräfin Brühl und andere Kavaliere, Herder, Voigt, Bode; Goethe ist die Seele des Kreises. Schon mit Tagesanbruch muß Dietrich die Flora des Karlsbades durchsuchen, die im Gebirge gesammelten Pflanzen in großen Bündeln an den Brunnen bringen und ihre Namen laut ausrufen, bevor noch Goethe seine Anzahl Becher geleert hat. Alle Pflanzen werden mit Unterstützung eines in der Botanik erfahrenen jungen Arztes sorgfältig eingelegt, die richtigen Namen zugeschrieben, bis sie sich im Gedächtniß eingeprägt; weniger gelang es mit dem Analysiren: denn „Trennen und Zählen" lag nicht in Goethes Natur; zum Systematiker war er nicht geschaffen. Alle Mitgäste nahmen Theil an diesen Lektionen — die sich vorher dieser Wissenschaft befleißigt, ganz besonders; sie sahen ihre Kenntnisse auf das Anmuthigste angeregt und schlossen sich Goethe bei seinen botanischen Exkursionen in die romantische Umgegend an, wo die prachtvollen und mannigfaltigen blühenden Pflanzen an Ort und Stelle aufgesucht wurden, um dann in zierliche Sträußchen gebunden, unter die Damen vertheilt zu werden. In gedankenreichen Gesprächen entwickelt Goethe seinen schönen Zuhörerinnen die Elemente seiner Metamorphosenlehre, die allmählich immer klarer und bestimmter sich in seinem Geiste ausbildet. Als Knebel Mitte August abgereist ist, schreibt ihm Goethe: „Meine Hypothese freut mich immer mehr; es folgt gar leicht und gut Alles daraus, ich bin gewiß, daß man auf diesem Wege zu schönen Entdeckungen gelangen kann."

Nun läßt die Botanik ihm keine Ruhe mehr; im Herbst 1785

wagt er sich bereits in das Reich der Kryptogamen, studirt Moose und Schwämme, Flechten und Algen; im November schickt er von Ilmenau an Charlotte „vom allerschönsten Moos das artigste und beste Stückchen; wahrscheinlich sind die Tellerchen eine Art Befruchtung; große eßbare Schwämme", fügt er hinzu, „bring' ich getrocknet mit, Du siehst, in welchen Klassen der Vegetation ich hier lebe. Ich habe Linnés botanische Philosophie[14]) bei mir, ich hoffe, sie in dieser Einsamkeit endlich einmal in der Folge zu lesen, bisher habe ich immer nur so davon gekostet." Und am 9. November: „Ich lese im Linné fort, ich muß wohl, ich habe kein anderes Buch bei mir, es ist die beste Art, ein Buch gewissenhaft zu lesen, die ich öfter praktiziren muß, da ich nicht leicht ein Buch auslese; das ist nicht zum Lesen, sondern zur Rekapitulation gemacht und thut mir die trefflichsten Dienste, da ich über die meisten Punkte selbst gedacht habe."

Während des ganzen Winters 1785/6 wird das Botanisiren und Mikroskopiren fortgesetzt; im Januar 1786 fährt Goethe nach Belvedere, um mit dem Hofgärtner Reichert allerlei Botanika zu traktiren; am 6. Juni schreibt er an die Freundin: „Die Blumen haben mir wieder gar schöne Geschichten zu bemerken gegeben, bald wird es mir gar hell und licht über alles Lebendige." Und drei Tage später: „Ich bin von tausend Vorstellungen getrieben, beglückt und gepeinigt; das Pflanzenreich ras't wieder in meinem Gemüthe, ich kann es nicht einen Augenblick los werden, mache aber auch schöne Fortschritte. Es ist eine wunderbare Epoche, in der Du mir eben fehlst. Am meisten freut mich jetzt das Pflanzenwesen, das mich verfolgt, und das ist's eben, wie mir die Sache zu eigen wird. Es zwingt sich mir Alles auf; ich sinne nicht darüber, es kommt mir Alles entgegen, und das ungeheure Reich simplificirt sich mir in der Seele, so daß ich die schwerste Aufgabe gleich weg lesen kann. Wenn ich nur Jemand den Blick und die Freude mittheilen könnte! es ist aber nicht möglich: und es ist kein Traum,

keine Phantasie, es ist ein Gewahrwerden der Form, mit der die Natur gleichsam nur immer spielt und spielend das mannigfaltige Leben hervorbringt. Hätte ich Zeit in dem kurzen Leben, so getraut' ich mich, es auf alle Reiche der Natur, auf ihr ganzes Reich auszudehnen."

So „gähren und sieden in ihrer ersten Wirkung und Gegenwirkung" die Ideen in Goethes Seele, aufregend und aufreibend, wie eine Liebesleidenschaft; aber auch sie sollen sich bald klären. Anfang Juli 1786 geht Goethe zum zweiten Mal nach dem Karlsbad; am 3. September verläßt er es und zieht „in die Berge", ohne Jemand von seinem Reiseziel zu sagen; es führte ihn über den Brenner nach dem Gardasee, Verona, Vicenza, Padua, Venedig, Rom. Es war eine Flucht, wie sie vier Jahre vorher, wenn auch unter ganz andern Verhältnissen, Schiller von der Karlsschule aus gewagt hatte; Goethe konnte der Sehnsucht nicht länger widerstehen, Rom zu sehen; „es war von Jugend auf sein Tagesgedanke, Nachts sein Traum", wie die Frau Rath an Frau v. Stein, (7. Januar 1787) schreibt. Nur Linnés genera plantarum werden mitgenommen; das Mikroskop, an dem eine Linse verloren gegangen, wird von Rom aus nach Weimar zurückgeschickt.

In ungeduldiger Hast war Goethe über die Alpen gestürmt; kaum gönnt er sich eine Nachtrast, um im gewissenhaft geführten Tagebuch für die Geliebte seiner Seele, die zugleich die Gefährtin seiner Studien ist, die Eindrücke einzutragen, die auf ihn von allen Seiten eindringen.[15]) Es sind die Berichte eines reisenden Naturforschers, dessen spähendem Auge nichts entgeht, was auf Land und Leute, auf die Flora und auf die Gesteinsbildungen, auf Wind und Wetter Bezug hat. Am Walchensee bemerkt er den ersten Bergahorn, hinter Innsbruck die ersten Lärchenbäume, bei Schönberg an der Brennerstraße die ersten Zirbelkiefern. Im Brennerwirthshaus stellt er Betrachtungen an über den Einfluß des Höhenklimas auf die Gestaltung der Alpenpflanzen; die erste Gentiane

hatte er zu seiner Freude am Walchensee gefunden. Unter dem milderen Himmel des Etschthales, inmitten der Weingelände und der Maisfelder, der Fruchtbäume, der Maulbeer-, Nuß- und Quittenbäume, fühlt er sich wie neugeboren. Von Trient aus schreibt er: „Alles, was höher hinauf nur zu vegetiren anfängt, hat nun hier schon mehr Kraft und Leben, man glaubt wieder einmal an einen Gott." In Verona erregen die Jahrhunderte alten Cypressen des Giardino Giusti in ihm das Gefühl der Verehrung; als er einige Zweige mit grünen Zapfen, zugleich mit blühenden Zweigen von der Kapernstaude, die er von der Stadtmauer herabhängend gefunden, sich von einem Diener nach Haus tragen läßt, um sie in sein Herbar einzulegen, „schauen ihm die Vorübergehenden, Große wie Kleine, auf die Finger und machen sich ihre Gedanken dabei".

Aber erst im botanischen Garten von Padua, den er zuerst am 26. September, dann Tags darauf noch einmal besucht, tritt dem nordischen Reisenden die Pflanzenherrlichkeit des Südens in überwältigender Pracht vor Augen; zauberisch leuchtet ihm eine hohe breite Mauer mit feuergelben Glocken der Campsis (Tecoma) grandiflora entgegen.[16]) Eine Fächerpalme, die erste, die er in freiem Lande erblickt, zieht seine ganze Aufmerksamkeit an sich, „noch standen am Boden die ersten lanzenförmigen Blätter, nach oben nahm die Trennung allmählich zu, bis dann das Fächerartige in vollkommener Ausbildung zu sehen war. Zuletzt trat aus einer spathagleichen Scheide ein Zweiglein mit Blüthen hervor und erschien als ein seltsames, mit dem vorangehenden Wachsthum in keinem Verhältniß stehendes Ereigniß, fremdartig und überraschend. Ich ließ mir vom Gärtner die Reihenfolge dieser Veränderungen sämmtlich abschneiden, belastete mich mit großen Pappen, um diesen Fund mit mir zu nehmen; sie liegen, wie ich sie damals mit mir genommen, noch wohlbehalten vor mir, und ich verehre sie als Fetische, die meine Aufmerksamkeit zu erregen und zu fesseln völlig geeignet, mir eine gedeihliche Folge meiner Bemühungen zuzusagen

Kletternde Bignonie (Campsis grandiflora) aus dem Botanischen Garten in Padua. Nach einer Photographie.

schienen." Die Palme, Chamaerops humilis, lebt noch heute und überrascht mit ihrem siebenfach verzweigten Riesenstumm, ihren grünen Blattfächern und ihren gelben Blüthenrispen den deutschen Besucher als eine lebende Reliquie des großen Dichters; sie ist mit einer

Goethepalme im Botanischen Garten zu Padua.

Inschrift versehen, die sie als Palma del Goethe bezeichnet und Goethes Besuch im botanischen Garten gedenkt.[17]) „Hier in dieser mir entgegentretenden Mannigfaltigkeit", schreibt Goethe am 27. September von Padua an Frau v. Stein, „wird mir der Gedanke immer lebendiger, daß man sich alle Pflanzengestalten vielleicht aus einer entwickeln kann. Hierdurch wird es möglich werden, Geschlechter und Arten wahrhaft zu bestimmen ... Auf diesem Punkt bin ich in meiner botanischen Philosophie stecken geblieben und sehe

noch nicht, wie ich mich entwirren will. Die Tiefe und Breite dieses Geschäfts scheint mir völlig gleich."

Aber die Gedanken wachsen noch an Breite und Tiefe, je weiter Goethe nach Süden kommt. Wir alle wissen, wie übermächtig Goethe in allen seinen Bestrebungen von Italien angezogen ward: Poesie, Kunst und Alterthum, Volksleben und Verkehr mit Freunden nahmen gleichzeitig ihn vollauf in Anspruch, „ich habe in meinem Leben nicht operosere, mühsamer beschäftigte Tage zugebracht". Aber die Pflanzen haben es ihm angethan; in jedem Garten, auf jeder Lustfahrt sammelt er die bemerkten Pflanzen. Eine gefüllte

Feigenkaktus (Opuntia Ficus indica).

Nelke, „aus der vier andere, ebenfalls gefüllte völlige Blumen — mit Stielen und Allem, so daß man jede besonders abbrechen könnte — hervorwachsen", giebt ihm augenscheinliche Beweise für seine Ideen; sie wird sorgfältig gezeichnet, auch die Anatomie daran in den kleinsten Theilen. In Rom macht Goethe allerhand Versuche; bei der Keimung des Feigenkaktus bemerkt er mit Verwunderung, daß der Keimling ganz unschuldig die Kotyledonen in zwei zarten Blättchen enthüllt, sodann aber bei fernerem Wachsthum die künftige Unform entwickelt; bei der Pinie interessirt er sich für den zierlichen Stern der nadelförmigen Keimblätter und freut sich, daß eine seiner Keimpflanzen, von seiner Freundin Angelica Kauffmann in liebevolle Pflege genommen, in ihrem Garten zum mächtigen Baum erwächst,

„bis ein späterer Besitzer es wunderlich findet, auf seinem Blumenbeete eine Pinie ganz unörtlich hervorwachsen zu sehen und sie sogleich verbannt“ [18]). Glücklicher waren einige Dattelpalmen, die er aus Kernen herangezogen, um ihre Entwickelung zu beobachten: in einen Garten verpflanzt, schmücken sie noch heute als hundertjährige Goethepalmen in der Villa Malta einen der Hügel von Rom.

Die Freunde sind mit diesen botanischen Liebhabereien sehr unzufrieden:

„Hingesunken alten Träumen
Buhlst mit Rosen, sprichst mit Bäumen
Statt der Mädchen, statt der Weisen,
Können dies nicht löblich preisen.“

Aber Goethe läßt sich nicht beirren, und in Sicilien glaubt er

Keimende Pinie.

Keimender Feigenkaktus.

sich zu völliger Klarheit gelangt; nach Rom zurückgekehrt, schreibt er (18. August 1787) an Knebel: „Nach dem, was ich in Neapel und Sicilien gesehen, würde ich, wenn ich zehn Jahre jünger wäre, sehr versucht sein, eine Reise nach Indien zu machen, nicht um etwas Neues zu entdecken, sondern um das Entdeckte nach meiner Art anzusehen. Wie ich oft vorausgesagt, habe ich es gefunden, daß hier Alles aufgeschlossener, entwickelter ist. Was ich bei uns

nur vermuthete und mit dem Mikroskop suchte, sehe ich hier mit bloßem Auge als eine zweifellose Gewißheit. Ich hoffe, Du wirst dereinst an meiner Harmonia plantarum, wodurch das Linnésche System auf's Schönste erleuchtet und alle Streitigkeiten über die Form der Pflanzen aufgelöst, ja sogar alle Monstra erklärt werden, Deine Freude haben." Und aus Frascati (3. Oktober 1787): „Die Botanik übe ich auf Wegen und Stegen, ich werde immer sicherer, daß ich die allgemeine Formel gefunden habe, die auf alle Pflanzen anwendbar ist." [19])

IV.

Als Goethe im Frühjahr 1788 nach Weimar zurückkehrt, ist er als Dichter gereift, seine ästhetische Bildung durch gründliche Kunststudien geläutert, sein Gesichtskreis durch Einleben in eine fremde Nationalität erweitert; aber auch in den Naturwissenschaften sind für ihn die Lehrjahre von Weimar und Karlsbad, die Wanderjahre von Italien vorüber, die Meisterjahre haben begonnen; er bringt nicht nur die vollendeten Manuskripte der Iphigenie, des Tasso, des Egmont, sondern auch den Entwurf der Pflanzenmetamorphose im Kopf ausgearbeitet zurück.

Freilich ist er inzwischen in der Heimath fremd geworden; es ist eingetreten, was er schon in Rom erwartet: „Ich werde mit den Künsten und der Natur immer verwandter und mit der Nation immer fremder." Rührend sind seine Klagen: „Aus Italien, dem formenreichen, war ich in das gestaltlose Deutschland zurückgekehrt, heiteren Himmel mit trübem zu vertauschen. Im Lauf von zwei vergangenen Jahren hatte ich ununterbrochen beobachtet, gesammelt, gedacht, jede meiner Anlagen auszubilden gesucht; der Natur glaubte ich abgemerkt zu haben, wie sie gesetzlich zu Werke geht, um lebendiges Gebild als Muster alles Künstlichen hervorzubringen .... Aber schmerzlich vermißte ich jede Theilnahme; die Freunde, statt mich zu trösten und wieder an sich zu ziehen, brachten mich zur Ver-

zweiflung, Niemand verstand meine Sprache." „Es ist mir hoher Ernst in Allem, was die ewigen Verhältnisse der Natur betrifft", schreibt er 18. Januar 1789 an Knebel mit mildem Vorwurf, „und meine Freunde sollten über die Art, wie ich meine Erkenntnisse manchmal mittheile, einigermaßen nachsichtig werden."

Wir wissen, wie ängstlich Goethe bei seinen Dichtungen verfuhr, wie oft er sie umarbeitete, wie er ihre Wirkung durch Vorlesen im Kreise der Freunde erprobte, bevor er, oft erst nach jahrelangem Zögern, sie der Oeffentlichkeit übergab. So verfuhr er auch mit seinem botanischen Versuch, in welchem er sich die Aufgabe gestellt hatte, „die mannigfaltig besonderen Erscheinungen des herrlichen Weltgartens auf ein allgemeines einfaches Prinzip zurückzuführen". Nach der Rückkehr aus Italien vergingen noch zwei Jahre ununterbrochenen Studirens, Beobachtens und Durchsprechens mit Knebel, Herder, Batsch und andern Freunden, ehe er mit ihnen ans Licht zu treten wagte. Wohl konnte Goethe von sich sagen: „Nicht durch eine außerordentliche Gabe des Geistes, nicht durch momentane Inspiration, noch unvermuthet auf einmal, sondern durch folgerechtes Bemühen bin ich endlich zu so erfreulichen Resultaten gelangt; ... denn im Verfolg wissenschaftlichen Bestrebens ist es ebenso schädlich, ausschließlich der Erfahrung, als unbedingt der Idee zu gehorchen."

Endlich im Frühjahr 1790 wird der „Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären", abgeschlossen und gleichzeitig mit dem Faust der Oeffentlichkeit übergeben. Der Erfolg war im höchsten Grade entmuthigend. Schon das mußte Goethe verletzen, daß Göschen, der soeben die gesammelten Werke in Verlag genommen, den Druck der kleinen Schrift, die, in 18 Abschnitte und 123 Paragraphen durchsichtig geordnet, in der Originalausgabe von 1790 nur 86, in der 40bändigen Gesammtausgabe von 1840 nur 50 Oktavseiten umfaßt, ablehnte — vermuthlich nicht, ohne darüber bei Sachverständigen Erkundigungen eingeholt zu haben, und daß Goethe sich genöthigt sah, den Verlag einer andern Firma,

C. W. Ettinger in Gotha, zu überlassen.[20]) Die Fachgelehrten verhielten sich ablehnend zu der Arbeit eines außerhalb der Zunft stehenden Dilettanten, der es wagte, mit neuen Ideen das festgefügte Gebäude der Linnéschen Naturbeschreibung zu erschüttern; die Freunde warnten den Dichter, „die ewig blühenden Felder der Poesie mit Provinzialfloren, Gewächshäusern, botanischen Gärten, am wenigsten mit getrockneten Herbarien zu vertauschen". „In meine Art sich auszudrücken, wollte sich Niemand bequemen: es ist die größte Qual, nicht verstanden zu werden, wenn man nach großer Bemühung und Anstrengung sich endlich selbst und die Sache zu verstehen glaubt; es treibt zum Wahnsinn, den Irrthum immer wiederholen zu hören, aus dem man sich mit Mühe gerettet hat."[21])

Vielleicht wäre Goethe minder ungeduldig gewesen, wenn er sich erinnert hätte, daß jede neue Lehre eine Inkubationszeit durchmachen muß, wo sie scheinbar wirkungslos bleibt, im Verborgenen aber immer weiter um sich greift, bis sie dann mit einem Male sich offen der Gemüther bemächtigt und von der Wissenschaft als anerkannte Wahrheit aufgenommen wird.

Allen diesen Enttäuschungen zum Trotze dachte Goethe daran, einen zweiten Theil der Metamorphose herauszugeben, welcher die Beweisstücke und erläuternde Abbildungen für seine neue Lehre bringen sollte; Herbarien wurden gesammelt,[22]) Merkwürdigkeiten in Spiritus verwahrt, Zeichnungen verfertigt, Kupfer gestochen — das Alles sollte der Fortsetzung der Arbeit dienen.[23]) Goethe beabsichtigte, seinen Aufenthalt in Schlesien dazu zu benutzen; am 9. Juli 1790 schreibt er an Knebel: „Der Herzog hat mich nach Schlesien berufen, sollte ich irgendwo lange Stunden haben, so schreibe ich das zweite Stück über die Metamorphose der Pflanzen und den Versuch über die Gestalt der Thiere."[24]) Doch scheint Goethe während seines Aufenthaltes zu Breslau vom 10. August bis 19. September 1790, der bloß durch kurze Reisen ins Gebirge und in das oberschlesische Bergrevier unterbrochen wurde, nur zu

letzterem Zeit gefunden zu haben; wenigstens bemerkt er in den Annalen zum Jahre 1790: „In Breslau, wo ein soldatischer Hof und zugleich der Adel einer der schönsten Provinzen des Königreichs glänzten, wo man die schönsten Regimenter ununterbrochen marschiren und manövriren sah, beschäftigte mich unaufhörlich, so wunderbar es klingen mag, die vergleichende Anatomie,[25]) weshalb mitten in der bewegtesten Welt ich als Einsiedler in mir abgeschlossen lebte. Ich war überzeugt, ein allgemeiner, durch Metamorphose entstandener Typus gehe durch die sämmtlichen organisirten Geschöpfe durch. Hierauf waren alle meine Arbeiten auch in Breslau gerichtet; die Aufgabe war jedoch so groß, daß sie in meinem zerstreuten Leben nicht gelöst werden konnte."

Desto eifriger wurden in Weimar und Jena die botanischen Forschungen fortgesetzt. Fast um dieselbe Zeit, wo Goethe den mechanischen Aufbau der Linnéschen Systematik durch eine einheitliche gedankenmäßige Auffassung der gesammten organischen Welt zu verdrängen suchte, war in Frankreich eine Revolution geglückt, welche noch nach einer andern Richtung hin die despotische Herrschaft Linnés brach. In dem Garten der Pompadour zu Trianon bei Versailles waren die ersten Vorläufer dieser Umwälzung ans Licht getreten: Jean Jacques Rousseau hatte mit eindringlicher Beredtsamkeit dahin gewirkt, daß an Stelle der von Linné eingeführten gekünstelten Klassenunterschiede die Ordnung der Natur auch im Reiche der Pflanzen zur Herrschaft gelange; das Jahr 1789 brachte den neuen Ideen den Sieg, als Antoine Laurent de Jussieu durch seine natürliche Methode der Pflanzenfamilien das Linnéschc System stürzte.[26]) Goethe zögerte nicht lange, die neue Ordnung in seinen Berggarten zu Weimar aufzunehmen; schon im Jahre 1796 ließ er die einheimischen und ausländischen Gewächse nach Familien in Gruppen zusammenpflanzen, in denen die Gattungen wie in Jussieus Werk aufeinander folgten.[27]) Wenn dann die Irideen, Liliaceen, Leguminosen, Ranunculaceen, Syngenesisten, Campanula-

ceen ihre Blumen entfalteten, freute sich Goethe, seine Gäste zwischen den Beeten umherzuführen und ihnen belehrende Unterhaltung darzubieten, die er durch Zeichnungen und bildliche Darstellungen zu beleben suchte.

Vorzugsweise war es nun die Physiologie der Pflanzen, die ihn interessirte, und die er — nächst A. v. Humboldt[28]) wohl der Erste unter den deutschen Naturforschern — durch Experimente zu fördern suchte. Angeregt durch seine Studien über die Farbenlehre, beginnt er die Wirkung des Lichtes auf die Pflanzen zu untersuchen; im Sommer 1796 läßt er gefärbte Glastafeln anfertigen, gelbe, blaue, violette: jede einzeln in einen besondern Rahmen gesetzt und auf Holzkästchen gelegt, deren Falzen die Rahmen umfaßten. In diese zur Hälfte mit Erde gefüllten Kästchen wurden Samen der verschiedensten Blumen gesät, deren Keime sich bei guter Pflege entwickelten. Goethe hob fast jeden Tag die Glastafeln auf, um sich augenscheinlich zu überzeugen, ob die Farbe der Gläser auf die Pflanzen Einfluß habe.[29]) Sodann untersuchte Goethe, wie sich Pflanzen ganz ohne Licht entwickeln. In einem leeren Gewächshaus läßt er eine Menge verschiedener Blumensamen in die Erde aussäen und sodann das Haus durch Läden verfinstern. Herder, der Goethe besuchte, meint, ohne Licht würden die Keime sich überhaupt nicht entwickeln können; Goethe aber besteht auf der ununterbrochenen Fortsetzung der Versuche, geht ein- bis zweimal wöchentlich hinaus, um die Läden öffnen zu lassen; er findet, daß die Samen allerdings gekeimt, daß aber die Blättchen klein und weiß geblieben sind; endlich Ende Juli läßt er die Läden fortnehmen, worauf die bis dahin weißen Blätter sich wieder fröhlich mit der natürlichen grünen Farbe schmückten.[30]) In dem 51. Kapitel der Farbenlehre sind die Beziehungen der Pflanzen zum Lichte von Goethe folgendermaßen zusammengefaßt: „Das Licht, indem es auf die Farben der Pflanzen wirkt, wirkt zugleich auf die Form: die Pflanzen, die im Finstern wachsen, entwickeln die Stengelglieder

länger als billig; keine Seitenzweige werden erzeugt; die Metamorphose der Pflanzen findet nicht statt. Das Licht versetzt sie sogleich in thätigen Zustand, die Pflanze erscheint grün, und der Gang der Metamorphose bis zur Begattung geht unaufhaltsam fort." [31])

In einer klaren Juninacht desselben Jahres geht Goethe mit Knebel im Garten auf und ab und beobachtet auf den Blumen des rothen Mohns ein flammenähnliches Aufblitzen, wie es einst Linnés Tochter wahrgenommen haben wollte. Goethe stellt fest, daß es sich dabei nicht um ein wirkliches Leuchten, sondern nur um eine subjektive Farbenerscheinung handelt.

Unablässig ist Goethe bemüht, Nachträge zu seiner Metamorphosenlehre, neue Beispiele des Bildens, Umbildens und Verbildens der Pflanzenorgane zu sammeln; mit Eifer verfolgt er alle ältern und neuern litterarischen Erscheinungen, die sich auf dieses Forschungsgebiet beziehen, wie denn überhaupt eine gewissenhafte und kritische Bearbeitung der Litteratur und historischen Entwickelung alle naturwissenschaftlichen Arbeiten Goethes auszeichnet.

Besonders fördert ihn sein amtliches Verhältniß zur Universität Jena, das sich von Jahr zu Jahr inniger knüpft; denn Goethe war ein Universitätskurator, wie es keinen zweiten gegeben, unter dessen wohlwollender, intelligenter und geschäftskundiger Leitung die ihm anvertraute Hochschule bei den bescheidensten Mitteln eine Blüthe ohne Gleichen erlebte und durch Zusammenwirken der bedeutendsten Lehrer sich zum Centralpunkte wissenschaftlichen Lebens für ganz Deutschland erhob. Für die naturwissenschaftlichen Fächer sorgt Goethe mit sachkundiger, ins Einzelne eingehender Theilnahme durch Gründung von Bibliotheken, Instituten und Sammlungen; die letztern persönlich unter Mitwirkung vorzüglicher Fachmänner zu ordnen und vermehrt aufzustellen, ist ihm eine ebenso angenehme als lehrreiche Beschäftigung, durch die er sich für den Mangel an Kunstleben zu entschädigen sucht. Schon 1785 in Karlsbad hatte er mit Dietrich über den Plan eines neuen „botanischen Instituts" in Jena verhandelt;

doch erst 1794 wird der Anfang dazu gemacht, indem ein Theil des Fürstengartens zu einem botanischen eingerichtet, mit Gewächshäusern versehen und unter die Leitung von Batsch gestellt wird.[32]) Goethe selbst bewohnt bei seinen häufigen und langen Aufenthalten in Jena das Gartenhaus, dessen einfache Zimmereinrichtung der Besucher

Goethes Gartenhaus in Jena.

noch heute nicht ohne Rührung betrachtet. Jede Gelegenheit wird benutzt, den Garten zu bereichern und zu erweitern, und als Goethe 1817 bei einer Revision der akademischen Anstalten gar manches für Bildung und Umbildung der Pflanzen Merkwürdiges vorfindet, „wird ein eigenes botanisches Museum eingerichtet und darin sowohl bedeutende Sammlungen getrockneter Pflanzen, Anfänge in Zusammenstellung von Sämereien, nicht weniger Beispiele dessen, was sich auf Holzbildung bezieht, angelegt und in Verbindung gebracht,

Monstrositäten aber von besonderer Wichtigkeit in einer großen Reihenfolge aufgestellt".[33])

An Göthe

In Jena war es auch, wo sich die Beziehungen zwischen Goethe und A. v. Humboldt anknüpften, der mit seinem Bruder Wilhelm

kurz vor Antritt seiner großen amerikanischen Reise sich längere Zeit daselbst aufhielt. Am 28. März 1797 schreibt Goethe an Knebel: „Die Gegenwart des jungen Humboldt (er war damals 28 Jahre alt), die allein hinreicht, eine ganze Lebensepoche auszufüllen, bringt Alles in Bewegung, was nur chemisch, physikalisch und physiologisch interessant sein kann ... Meine naturhistorischen Arbeiten sind durch Humboldts Gegenwart aus dem Winterschlaf geweckt.“ [34])

Aber auch A. v. Humboldt gesteht nach der Rückkehr von seiner Reise in einem Briefe an Carl v. Wolzogen: „Ueberall war ich von dem Gefühl durchdrungen, wie ich durch die Jenenser Verhältnisse und durch Goethes Naturansichten gehoben, gewissermaßen mit neuen Organen ausgestattet worden war.“ In der That waren beide Männer geistesverwandt; beiden war gemein, wie J. Löwenberg hervorhebt: „das Heimischsein auf allen Gebieten der Naturforschung, die Universalität des Wissens, vor Allem die Erkenntniß von der Einheit der Natur als eines kosmischen Ganzen“. In dankbarer Erinnerung dedizirt A. v. Humboldt im Jahre 1807 die erste bedeutendste Frucht seiner Reise, die „Ideen zur Geographie der Pflanzen“ seinem großen Lehrer Goethe; das sinnige Dedikationsblatt ist von Thorwaldsen entworfen; es stellt den lorbeerbekränzten Apollo dar, der, die Leier in der Hand, die Herme der Naturgöttin, der vielbrüstigen Diana von Ephesus entschleiert; unten lehnt eine Tafel mit der Inschrift: „Metamorphose der Pflanzen“. [35]) Goethe fühlte sich durch „Humboldts Ideen“ so mächtig angeregt, daß er noch im nämlichen Jahre öffentliche Vorlesungen über Pflanzengeographie hielt; [36]) und da das zu dem Humboldtschen Werke gehörige Erläuterungstableau nicht rechtzeitig in Weimar ankam, entwarf Goethe selbst eine ideale Berglandschaft, welche rechts auf der Sonnenseite tropische, links im Schatten europäische Vegetation zeigte; auch Schneelinien und Höhenangaben wurden beigefügt. [37])

V.

Jahre lang hatte sich Goethe mit der Hoffnung getragen, die Gesammtheit seiner Forschungen auf dem Gebiete der Thier- und Pflanzenwelt zu einem einheitlichen Werke zu verarbeiten; endlich 1817 entschloß er sich, dieselben als „Entwurf, ja als fragmentarische Sammlung" ans Licht treten zu lassen. Das Buch führt den Titel: „Zur Morphologie"; der botanische Theil enthält außer der aufs Neue abgedruckten Metamorphose, ihrer Vor- und Nachgeschichte, eine Anzahl kleiner Abhandlungen, die größtentheils in Jena 1807 bald nach der verhängnißvollen Schlacht niedergeschrieben sind. Schon der Titel des Buches war bahnbrechend; er bezeichnet die Schöpfung einer neuen Wissenschaft, der Morphologie;[38]) sie hat sich zu einem der interessantesten Gebiete der Naturforschung fortentwickelt und ist insbesondere an ihrer Geburtsstätte in Jena bis zum heutigen Tage mit glänzendem Erfolge ausgebaut worden.

Betrachten wir die organischen Gestalten, Pflanzen wie Thiere, so finden wir, daß nirgends eine in sich beständige Form, nirgends ein Ruhendes, Abgeschlossenes vorkommt; die Gestalt schwankt vielmehr in steter Bewegung, Bildung und Umbildung, in unaufhaltsamer Entwickelung. Die einzelnen Entwickelungsstufen kann man nicht nebeneinander sehen, nur in der Erinnerung zu einem Ganzen vergegenwärtigen. Die Morphologie verfolgt durch Vergleichung ein jedes Organ in den mannigfaltigen Bildungen und Umwandlungen, die es in den verschiedenen Organismen, in den verschiedenen Entwickelungszuständen des nämlichen Organismus, nicht minder in den oft seltsamen Verhüllungen unregelmäßiger oder krankhafter Verbildungen anzunehmen vermag; die Morphologie oder Gestaltenlehre ist daher zugleich Verwandlungslehre.[39])

Auf den ersten Blick scheint es, als erzeuge die Pflanze bei ihrer Entwickelung ununterbrochen neue Organe, jedes von den

übrigen durchaus verschieden, erst die Samenblätter, dann das grüne Laub, dann die Blüthen mit ihrem so wunderbar zusammengesetzten Bau, zuletzt die Früchte mit den Samen. In Wahrheit aber ist der Bauplan der Pflanze unendlich einfach; die Pflanze entwickelt immer ein und dasselbe Organ, das an einem Stengelknoten sitzende Blatt, welches sie tausendfältig wiederholt, der Idee und Anlage nach immer das Gleiche, der Erscheinung und Entwickelung nach aber in mannigfaltiger Weise, bald gleich oder ähnlich, bald ungleich oder unähnlich ausgestaltet. Das Blatt gleicht dem Homerischen Meergeist Proteus, der sich in tausendfache Gestalten verwandelt und dadurch auch dem schärfsten vergleichenden Sinn entschlüpft.

Wenn bei der Keimung die Samenschale von dem schwellenden Leben im Innern gesprengt wird, stellt sich sofort ein Unterschied dar von oben und unten; die Wurzel, deren Wirkung nach der Erde hingeht, gehört der Finsterniß und Feuchtigkeit an; der Stengel strebt gegen den Himmel, zu Licht und Luft empor. Am Stengel nehmen wir eine Reihenfolge von Knoten wahr; jeder Knoten ist von einem Blatt begleitet; am Grunde jedes Blattes bilden sich ein oder mehrere Augen oder Knospen; das ist die Grundform der Pflanze, Anderes vermag sie nie und nirgends zu schaffen. So lange die Pflanze im lebendigen Wachsthum begriffen ist, streckt sie Knoten über Knoten und bildet ihre Blätter aus: erst dick und unförmlich wie in den Kotyledonen oder Samenblättern, dann aber in stufenweisem Fortschritt als grüne Laubblätter zarter, flacher, größer, vollkommener, oft gekerbt, eingeschnitten, selbst zusammengesetzt. Wenn die Pflanze dann in ihre zweite Lebensepoche, die Fortpflanzung, eintritt, dann entfaltet sich der Wunderbau der Blüthe scheinbar als etwas Neues, ganz verschieden von dem Früheren; sehen wir aber genau zu, so finden wir wieder nichts als Blätter, welche die Pflanze, statt sie wie sonst nach einander (successive) und in einiger Entfernung von einander hervorzubringen, zu engem Verein um einen gemeinschaftlichen

Mittelpunkt in bestimmter Zahl und Ordnung versammelt und für das ewige Werk der Fortpflanzung durch zwei Geschlechter stufenweise umbildet oder metamorphosirt. Eine bestimmte Zahl von Blättern, welche in der Regel die grüne Laubnatur, wenn auch in zusammengezogener Gestalt bewahren, rückt so nahe an einander, daß sie oft unter einander verwachsen; sie bilden den Kelch der Blume. Ein zweiter Blattkreis, verbreitert zugleich und veredelt, oft mit lichten Farben geschmückt, stellt die Krone dar; ein dritter, höchst zusammengezogen und aufs Höchste verfeinert, entwickelt sich zu den Staubwerkzeugen;[40]) ein vierter, unten ausgedehnt wie der Kelch, oben zusammengezogen wie die Staubfäden, bildet die Fruchtknoten mit den Griffeln; hier sind die Blätter so eng um das Centrum der Blüthe zusammengedrängt, daß sie meist aufs Innigste mit einander verwachsen. In der Frucht erreichen die Blätter ihre letzte und höchste Ausdehnung; denn ihre Gehäuse lassen sich in allen Uebergängen als zusammengeschlagene, mit den Rändern verwachsene Blätter erkennen, auch da, wo die Natur durch saftige oder holzartige Entwickelung die Blattähnlichkeit uns aus den Augen rückt. Endlich die Samen sind Knospen, welche sich an den Fruchtblättern in der nämlichen Weise entwickeln wie die Augen an den Laubblättern; die Samenhüllen sind aus innig verwachsenen Blättern in höchster Zusammenziehung hervorgegangen. Die aus den Samenknospen hervorsprießenden Keimpflanzen stehen in der Erde, während die aus den Augen sich entwickelnden Seitenzweige auf der Mutterpflanze stehen; das ist der Unterschied zwischen Samen und Knospe. Eine zusammengesetzte Blume entsteht, wenn gleichsam auf einem unendlichen Stengel alle Augen zu Blüthen in der möglichsten Nähe zusammengedrängt sich entwickeln; sie ist jener römischen Nelke vergleichbar, die Goethe von seiner Freundin Angelica erhalten, wo aus der Hauptblume mehrere vollkommene Blumen herausschossen. In sechs Schritten wechselnder Ausdehnung und Konzentration vollendet die Pflanze unaufhaltsam in regelmäßig fortschreitender

Metamorphose[41]) die Umwandlung der Blattgestalt, um mit unwiderstehlichem Trieb die Blume zu bilden und zu den Werken der Liebe zu rüsten; tritt sie eine oder einige Stufen zurück, so bildet sie in unregelmäßig rückschreitender Metamorphose unkräftige, unserm Auge freilich oft wohlgefällige Gestaltungen, wie die gefüllten Rosen und andere verbildete Blumen unserer Gärten beweisen;[42]) hier sind die Staubblätter in Blumenblätter, diese oft in grüne Laubblättchen zurückgebildet.

Wie wir gesehen, ist die Goethesche Metamorphosenlehre etwas ungemein Einfaches, fast so einfach, wie der Satz, daß die Erde sich um die Sonne dreht, und doch wissen wir, wie viele Jahrtausende aufopfernden Forschens vergehen mußten, wie viele Kämpfe, wie viel Märtyrer es gekostet hat, ehe dieser einfache Satz als Wahrheit erkannt und anerkannt wurde. Auch die Goethesche Lehre von der Einheit aller Pflanzengestaltung ist so völlig in Fleisch und Blut der Wissenschaft übergegangen, daß wir sie bereits als selbstverständlich hinnehmen und darüber leicht vergessen, daß der Mann, der sie in die wissenschaftliche Welt einzuführen wagte, jahrelang mit der Nichtachtung oder dem Widerspruch der Fachgelehrten zu kämpfen hatte. Goethe ward nicht müde, sich gegen die phantastischen Mißdeutungen und Uebertreibungen seiner Lehre zu verwahren, durch welche diese selbst von Seiten Solcher entstellt wurde, die sich für Anhänger derselben ausgaben. „Wenn richtig gebraucht, ist die Lehre von der Metamorphose der Faden, der uns durch das Labyrinth der lebenden Gestalten hindurch hilft; der Mißbrauch dieser Begriffe führt auf ganz falsche Wege und bringt die Wissenschaft eher rück- als vorwärts."

Um Goethes Bedeutung zu würdigen, darf die Kritik nicht von dem Standpunkt der Morphologie ausgehen, der heut durch stetige Fortentwickelung der Metamorphosenlehre erreicht ist, wo es leicht ist, in Goethes Darstellung einzelne Irrthümer nachzuweisen;[43]) sie muß zurückgreifen bis zu Goethes Vorgängern

und Zeitgenossen, die mit wenig Ausnahmen in mechanischen Pflanzenbeschreibungen erstarrt waren, oder in die mystischen Hirngespinnste einer falschen Naturphilosophie sich verirrt hatten; auf diesem dunklen Grunde erscheint die gesunde Beobachtung und die einheitliche Naturauffassung Goethes als eine Schöpfung von echt wissenschaftlichem Geiste und unabsehbarer Wirkung. Vor Allem dürfen wir nicht vergessen, daß Goethe gegen die Autorität Linnés und seiner Schüler anzukämpfen hatte. Natürlich war dem Scharfblick Linnés die nahe Verwandtschaft der Laubblätter mit den Organen der Blüthe nicht entgangen; er hatte in seiner Philosophia botanica bereits den Ausspruch gethan: „Das Prinzip der Blätter und Blüthen sei das gleiche." Aber Linné hatte die Metamorphose der Laubtriebe in Blüthen als eine ähnliche Verwandlung aufgefaßt, wie die der Raupen in Schmetterlinge, und über dieselbe die ebenso wunderliche als unfruchtbare Hypothese der Anticipation oder Prolepsis ausgesponnen, welche gleichwohl die Gemüther der Zeitgenossen gefangen hielt.[44]) Verhehlen dürfen wir freilich nicht, daß Goethe einen Vorläufer hatte, der 30 Jahre vor ihm die Idee der Entwickelung ausgesprochen, ja sie in noch strenger wissenschaftlicher Gestalt ausgearbeitet hatte als unser Dichter. Um die nämliche Zeit, wo Friedrich der Große die Augen der Welt auf Schlesien gerichtet hielt, wo Gotthold Ephraim Lessing in Breslau seinen Genius zur Reife entwickelte und das erste deutsche Lustspiel schuf, lebte gleichzeitig in dieser Stadt still und unbeachtet ein ebenbürtiger Geist, Caspar Friedrich Wolff, der, eben von Berlin kommend, 1758 in Halle auf Grund seiner lateinischen Dissertation „Theoria generationis" zum Dr. med. promovirt worden war.[45]) „Niemals hat ein 26jähriger Forscher durch seine erste Schrift eine so epochemachende That vollzogen als Wolff durch seine Doktordissertation;"[46]) denn hier wurde zum ersten Male der Versuch gewagt, die Entwickelungsgeschichte der lebenden Wesen, der Thiere wie der Pflanzen, mit Hilfe des Mikroskops bis in ihre Anfänge

zurückzuverfolgen und in ihrem weiteren Verlauf bis zur Ausbildung der vollkommenen Gestalt Schritt für Schritt zu beobachten; insbesondere an der Pflanze wurde die Einheit aller Blatt- und Blüthenorgane aus ihrer Entwickelung nachgewiesen.[47])

Aber die Forschungen von Caspar Friedrich Wolff waren ein Menschenalter lang nicht bloß Goethen, sondern überhaupt den Botanikern seines Zeitalters unbekannt und daher für den Fortschritt ihrer Wissenschaft wirkungslos geblieben; wie hätte auch die lateinische Doktordissertation eines in Deutschland fast verschollenen Militairarztes, der seit 1768 in Petersburg als Professor der Anatomie und Physiologie in einer Art geistigen Exils lebte, auf die deutschen Botaniker Eindruck machen sollen?[48]) Erst als Goethe die Idee der Metamorphose in „mühseliger, qualvoller Nachforschung" auf einem neuen Wege selbstständig erfaßt und sie als Glied einer allgemeinen morphologischen Anschauung der gesammten organischen Welt durchgearbeitet hatte, gelangte dieselbe, wenn auch erst langsam, zur Assimilirung und dadurch zu ihrer bahnbrechenden Wirkung. Denn die Bedeutung eines Mannes in der Geschichte der Wissenschaft beruht nicht allein auf der Originalität seiner Ideen, sondern auch darin, daß dieselben fruchtbar werden und zu weiterem Ausbau Anregung geben. Auch Columbus wird gepriesen als der Entdecker einer neuen Welt, obwohl schon vor ihm isländische Seefahrer deren Boden betraten, obwohl er selbst nur die Küsten des Festlandes berührte, dessen Durchforschung erst seinen Nachfolgern gelang. Mit demselben Recht ist auch Goethe der Columbus der Morphologie, der dieser Wissenschaft nicht bloß Namen und Begriff, Ziel und Richtung gegeben, sondern ihr auch, in Ergänzung der von Caspar Friedrich Wolff begründeten mikroskopischen Erforschung der Entwickelungsgeschichte, durch die von ihm ausgebildete vergleichende Methode die unverrückbaren Grundlagen unterbreitet hat.

VI.

Zur Einführung in die Morphologie der Pflanzen giebt noch heut Goethes kleine Schrift über die Metamorphose die klarste und anziehendste Anleitung, wenn sie auch für den botanischen Laien eines erläuternden Kommentars bedarf; den Fachmann überrascht sie bei jedesmaligem Lesen immer von Neuem durch den Reichthum seiner Beobachtungen und treffender Bemerkungen über einheimische und ausländische Gewächse.

Doch erst durch die in der neuen Weimarischen Ausgabe aus dem Goethe-Schiller-Archiv zum ersten Male veröffentlichten Abhandlungen, vor Allem durch die Fragmente aus dem „zweiten Theile der Pflanzenmetamorphose“ und durch die „Vorarbeiten zu einer Physiologie der Gewächse“ ist uns der volle Umfang und die ganze Tiefe von Goethes botanischer Forschung aufgeschlossen worden, die in untrennbarer Verbindung mit seinen zoologisch-anatomischen Studien, eine Wissenschaftslehre der gesammten organischen Natur anstrebt.[49])

Scharf und klar unterscheidet Goethe die verschiedenen Betrachtungsweisen der Organismen; wenn die Naturgeschichte sich nur an die äußere Erscheinung der lebenden Wesen hält, die sie in Gruppen und Reihen zu ordnen sucht, so zerlegt die Anatomie die Gestalt in ihre Theile und geht auch auf deren innere Struktur ein, indem sie das Vergrößerungsglas zu Hilfe nimmt; die Chemie zertrennt sie in ihre letzten Theilchen und erschließt uns deren Mischung, während die Physik die Gesetze ihrer Bewegungen erkennen lehrt; die Physiologie will alle diese Betrachtungen zusammenfassen; sie will, indem sie aus Lebendigem und Todtem, Bekanntem und Unbekanntem, durch Anschauen und Schlüsse aus Unvollständigem und Vollständigem ein Ganzes zusammensetzt, das Leben als eine Einheit erforschen, der man um des Vortrags willen mit voller Befugniß eine Kraft unterlegt, denn das Leben äußert sich in seiner

Einheit als eine Kraft, die in keinem Theile besonders enthalten ist. Jede dieser Wissenschaften vermag allein das Leben eines Forschers auszufüllen; doch würde Jeder schneller und sicherer fahren, wenn er zwar von einer Seite, aber nicht einseitig arbeitete und die Verdienste seiner Mitarbeiter freudig anerkennen möchte, anstatt wie es gewöhnlich geschieht, seine Vorstellungsart an die Spitze zu stellen.

Die Morphologie bezeichnet Goethe als Dienerin der Physiologie, die, von chemischen und physikalischen Verhältnissen absehend, die Gestalten der organischen Körper im Ganzen, wie in ihren Theilen, in ihren Uebereinstimmungen und ihren Abweichungen, ihren Bildungen und ihren Umbildungen vergleichend betrachtet. Sie ist daher eine neue Wissenschaft nicht dem Stoff, sondern der Methode nach; sie beschreibt und vergleicht die einzelnen Gestalten; sie verzichtet darauf, sie zu erklären, am wenigsten auf teleologischem Wege, der die Wissenschaft schädigt. Der Physiologie allein kommt die Aufgabe zu, die Gesetze der inneren und äußeren Natur zu erkennen, durch welche die unveränderlichen, wie die veränderlichen und zufälligen Gestaltungen der Organe gebildet und modifizirt werden.

Die Maxime, das Prinzip aller organischen Gestaltung aber hat Goethe in dem mystischen Spruch niedergelegt:

„Freuet Euch des wahren Scheins,
Euch des ernsten Spieles:
Kein Lebendiges ist Eins,
Immer ist's ein Vieles."

Daß insbesondere die Pflanze, der Baum, der Strauch kein einheitliches Wesen, sondern eine Vielheit von Aesten und Zweigen ist, deren jeder losgetrennt fortleben und sich weiter entwickeln kann, weiß Jedermann; aber selbst das einfachste Keimpflänzchen, ja schon das Samenkorn besteht aus einer Vielheit von Blättern, deren jedes an einem Knoten sitzt. Der Knoten mit dem begleitenden Blatt ist daher das wahre Individuum, die morphologische Einheit der Pflanze:

indem jeder Knoten die Kraft besitzt, sich fortzuentwickeln und einen neuen Blattknoten aus sich hervorzubringen, vollzieht sich das Wachsthum der Pflanze; bei den niederen Pflanzen, z. B. bei Moosen und Farnkräutern wird nur Gleiches hervorgebracht; in den höheren, vollkommneren Gewächsen aber verbindet sich mit dem Wachsthum eine progressive Ausbildung und Vervollkommnung des einheitlichen Grundorgans, die sich am sichtbarsten in den Blättern zeigt; denn diese werden um so größer, reicher ausgebildet, je höher am Stengel sie hervortreten. Aber die Pflanzen sind in ihrer Natur auch derart beschränkt und bestimmt, daß, nachdem sie in ihren Knoten die verschiedenen Stufen der Laubblätter, deren sie fähig sind, durchlaufen, sie in der Blüthe die Organe, die sie sonst nach und nach entwickelt haben würden, auf einmal, in einer bestimmten Zahl und Gestalt verbunden, entwickeln und damit den höchsten Punkt organischer Thätigkeit erreichen, nämlich aus dem organischen Ganzen neue Individuen durch geschlechtliche Zeugung und Geburt abzusondern und abzulösen.[50])

So ist also für Goethe die durch die Blüthe vermittelte geschlechtliche Fortpflanzung nur eine Modifikation des gewöhnlichen Wachsthums, welche durch die Vervollkommnung und Metamorphose des einheitlichen Grundorgans zu Stande kommt und die Erzeugung selbstständiger, von der Mutterpflanze abgelöster Individuen zum Ziel hat. Wenn in den metamorphosirten Blättern der Blüthe, wie wir oben gesehen, in der Regel eine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung in die Erscheinung fällt, so führt dies Goethe auf ein Gesetz zurück, das wir heut als das der Korrelation bezeichnen, das er selbst aber so ausdrückt: „Die Ausdehnung eines Theils ist Ursache, daß ein anderer Theil zusammengezogen wird; denn ein Theil kann nicht zunehmen, ohne daß ein anderer abnimmt, ein Theil kann nicht völlig zur Herrschaft gelangen, ohne daß ein anderer völlig aufgehoben wird."

Als Goethen am letzten Ziel seiner italienischen Reise in Sicilien die Identität aller Pflanzenorgane immer vollkommener ein-

leuchtete, kam er auf den Gedanken, daß sämmtliche Pflanzen sich auf eine Urpflanze zurückführen lassen müßten. „Wie wüßten wir sonst, daß dieses oder jenes Gebilde eine Pflanze ist, wenn nicht sie alle nach einem Muster gebildet wären", wenn nicht in allen die gemeinsamen Züge einer Urpflanze unverkennbar wären, trotz der mannigfaltigsten Umwandlungen, die dieselben in den einzelnen Gewächsen verhüllen? Aber wie läßt es sich erklären, daß diese Familienzüge des Urahnen sich in der Reihe der Generationen so mannigfach verändert haben? „Das Wechselhafte der Pflanzengestalten", giebt Goethe zur Antwort, „hat in mir mehr und mehr die Vorstellung erweckt, die uns umgebenden Pflanzenformen seien nicht ursprünglich determinirt und festgestellt, ihnen sei vielmehr bei einer eigensinnigen generischen und spezifischen Hartnäckigkeit eine glückliche Mobilität und Biegsamkeit verliehen, um in so viele Bedingungen, die über den Erdkreis auf sie einwirken, sich zu fügen, hiernach bilden und umbilden zu können. Hier kommen die Verschiedenheiten des Bodens in Betracht; reichlich genährt durch Feuchte der Thäler, verkümmert durch Trockne der Höhen, geschützt vor Frost und Hitze in jedem Maße, oder beiden unausweichbar bloßgestellt, kann das Geschlecht sich zur Art, die Art zur Varietät, diese wieder durch andre Bedingungen ins Unendliche sich verändern ... die allerentferntesten jedoch haben eine ausgesprochene Verwandtschaft, sie lassen sich ohne Zwang unter einander vergleichen."

Indem Goethe die unzähligen Gestalten der Gewächse „die tausendfältige Mischung in dem verwirrenden Blumengewühl" nicht als etwas Ursprüngliches, von Anbeginn unveränderlich Geschaffenes ansah, wie das Linné gethan, sondern als Abwandlungen einer und derselben Ur- und Stammpflanze, hervorgegangen durch Anpassung an die äußeren Lebensbedingungen, stellte er sich auf den Standpunkt, den Darwins Buch über den Ursprung der Arten zum herrschenden in der modernen Naturwissenschaft gemacht hat.[51])

Freilich war Goethe durch diese Gedankenreihe seiner Zeit so

weit vorausgeeilt, daß seinen Freunden das Suchen nach der Urpflanze als etwas Gespenstiges erschien, das ihre Bedenken, wo nicht gar ihren Spott herausforderte. Mag nun auch Goethes Urpflanze ein Schemen gewesen sein, so hat sie doch, wie bekannt, eine thatsächliche Wirkung ausgeübt, für die ihr das deutsche Volk nicht dankbar genug sein kann. Denn als im Frühjahr 1794 Goethe und Schiller, die sich bis dahin kalt, ja fast feindselig gegenübergestanden hatten, zufällig gleichzeitig eine Sitzung der naturforschenden Gesellschaft in Jena verlassen und über Auffassung der Naturwissenschaften ein Gespräch angeknüpft hatten, setzte Goethe lebhaft seine Metamorphosenlehre auseinander und begleitete im Eifer des Disputs Schiller in seine Wohnung, wo er mit ein paar Federstrichen ein symbolisches Bild seiner Urpflanze entwarf. Hierauf schüttelte freilich Schiller den Kopf: „das sei keine Erfahrung, das sei eine Idee", und Goethe erwiderte verstimmt: „dann könne er Ideen mit Augen sehen". Gleichwohl war das Eis gebrochen, und aus jenem Gespräch[52]) über die Urpflanze entwickelte sich rasch das Freundschaftsbündniß zwischen Schiller und Goethe, das in der Rietschelschen Doppelstatue vor dem Theater in Weimer seine monumentale Verkörperung gefunden, in der deutschen Litteratur aber Spuren hinterlassen hat, die das Erz noch überdauern werden.

In den botanischen Manuskripten, welche das Goethe-Schiller-Archiv aufbewahrt, sind von Goethes Hand nur flüchtige Skizzen der Urpflanze erhalten, wie sie sich in seiner Vorstellung gestaltet hatte; dennoch können wir ohne Weiteres behaupten, daß Goethe nicht das Richtige getroffen haben kann, da er bei allen seinen Betrachtungen immer nur von den höheren Gewächsen, den Mono- und Dikotylen, ausging, die niederen Pflanzen aber, welche als die einfacheren ohne Zweifel dem Ausgangspunkt aller Pflanzengestaltung am nächsten stehen, nicht mit berücksichtigte,[53]) auch wohl nicht berücksichtigen konnte, da die wesentlichen Thatsachen ihrer Organisation und Entwickelung erst viele Jahre später enthüllt

worden sind. Um so mehr müssen wir den Genius eines Mannes bewundern, der 70 Jahre vor Darwin, einsam und im Widerspruch mit seinem ganzen Zeitalter, das unter Linnés und Cuviers Führung an der selbstständigen Schöpfung und der Unveränderlichkeit der einzelnen Arten, wie an einem Dogma, festhielt, den großen Gedanken der Descendenzlehre, die Wandelbarkeit der Arten und die Ableitung der gesammten Pflanzenwelt von einer Urpflanze zu fassen gewagt hat.[54])

VII.

Auch nach dem Erscheinen der Morphologie bewahrte Goethe bis zur letzten Stunde lebendige Theilnahme für Alles, was auf das Gebiet der Botanik sich bezieht. Hatte Goethe nach eigenem Geständniß die schönsten Augenblicke seines Lebens genossen, als er der Metamorphose der Pflanzen nachforschte, so erfreute er sich jetzt herzlich der in immer weitere Kreise sich verbreitenden Anerkennung seiner Ideen. „Mir ist", schreibt er 1817, „ein erwünschtes Loos gefallen. Jünglinge gelangten auf den Weg, dessen ich mich erfreue, theils veranlaßt durch meine Vorübung, theils auf der Bahn, wie sie der Zeitgeist eröffnet. Stockung und Hemmniß sind nunmehr kaum zu befürchten; eher vielleicht Voreil und Uebertreiben, als Krebsgang und Stillstand. In so guten Tagen, die ich dankbar genieße, erinnert man sich kaum jener beschränkten Zeit, wo meinen ersten Bestrebungen Niemand zu Hilfe kam."

Aber auch Goethe selbst läßt nicht ab, Alles, was ihm Bemerkenswerthes in Leben und Gestaltung der Pflanzen auffällt, aufzuzeichnen und in gewohnter Weise unter allgemeine Gesichtspunkte zu ordnen. So sammelt Goethe eine Menge Beobachtungen unter die Kapitel: Verstäubung, Verdunstung, Vertropfung, die er — allerdings mit Unrecht — als verwandte Phänomene anschaut.[55]) Unter Verdunstung und Vertropfung versteht er, was wir heute gasförmige und flüssige Abscheidung nennen würden: Reif oder

Duft der Pflaumen; Oel-, Harz-, Zucker-, Gummisekrete, den Honigthau der Linden, Pflaumen und anderer Bäume;[56] die ätherische Ausscheidung des Diptams, die, wenn man die richtige Zeit trifft, in lebhafter Flamme auflodert. Unter Verstäubung faßt er eine Anzahl Dinge zusammen, die freilich nicht zu einander gehören, die indessen vor nicht gar langer Zeit selbst von Fachmännern als verwandte Erscheinungen betrachtet wurden: das Ausstäuben des Kieferpollen, der gleich kleinen Luftballons vom Winde fortgetragen und als Schwefelregen bei Gewitter niedergeschlagen wird; das Semen Lycopodii, das in flammenden Dunst aufgeht; den Maisbrand, den Kornbrand; den schwarzen Rußthau des Hopfens, den weißen staubigen Mehlthau auf der Unterseite der Centifolienblätter, den Samenstaub der Hutpilze, der, auf Papier gesammelt, einen Abdruck des Hutes giebt; den „Geruch der Berberize, der Weizenfelder unfruchtbar macht und sich schließlich auf den Blättern selbst zu Staubpilzen verdichtet, die sich kelch- und kronenartig gestalten und das herrlichste Kryptogam darstellen.“[57] Hierher rechnet Goethe auch die von ihm zuerst gemachte Beobachtung, daß Fliegen im Herbst erstarren, nach dem Absterben aber vier bis fünf Tage hindurch aus dem aufgeschwollenen Hinterleibe weißen Staub um sich sprühen, der einen halben Zoll weit nach jeder Seite gewaltsam ausgestoßen wird. Im Jahre 1826 bemerkt er dagegen an einer im Wasser ertränkten Fliege, daß sich um den entseelten Körper statt des weißen Staubes ein zusammenhängender fädiger Nimbus gebildet hatte. „Man mag so gern“, schreibt er an Chr. G. Nees v. Esenbeck, den er um die nähere Untersuchung bittet, „das Leben aus dem Tode betrachten und zwar nicht von der Nachtseite, sondern von der ewigen Tagseite her, wo der Tod vom Leben verschlungen wird.“[58]

Bis in seine letzten Tage sucht Goethe sich durch eine ausgebreitete Korrespondenz über alle neuen Erscheinungen aus dem Gebiete der Botanik auf dem Laufenden zu erhalten; die wichtigsten bespricht er in eingehenden Recensionen, die er in den „Morpho-

logischen Heften" zum Abdruck bringt; staunenswerth ist das Interesse, mit welchem der von allen Seiten in Anspruch genommene Mann sich über die verschiedensten botanischen Fragen bis in das Kleinste zu belehren sucht. Noch 1828 rühmt sich Goethe, er habe die zwei Bände der eben erschienenen Organographie végétale von A. P. De Candolle mit stetiger Aufmerksamkeit durchgelesen — die ihn näher interessirenden Kapitel mehrmals — und die 60 Tafeln mit dem Text verglichen. Als er bei De Candolle gefunden, daß ein Vorläufer Rays und Linnés, der 1657 verstorbene Rektor des Gymnasiums zu Hamburg, Joachim Jung, Gedanken ausgesprochen habe, die an seine Metamorphosenlehre anklingen, wirft er sich noch in seinen letzten Lebensjahren eifrig auf das eingehendste Studium von Leben und Schriften dieses bedeutenden Mannes, und bearbeitet sie in einer kritischen Biographie, die erst in der neuen Weimarischen Ausgabe vollständig im Druck erschienen ist.[59])

Insbesondere der Briefwechsel mit Nees von Esenbeck, der allmählich Goethes botanischer Beirath wird, zeugt ebenso für die Vielseitigkeit, wie für die Scharfsichtigkeit, die Goethe sich bis ins höchste Alter bewahrte; er handelt über morphologische Merkwürdigkeiten, Monstrositäten aller Art, über das System der Algen und Pilze, das Leuchten der Rhizomorphen, die Pietra fungaja, die Flora von Brasilien und die Palmen von Martius, die Rafflesia von Sumatra und andere parasitische Gewächse. Goethe begrüßt noch mit Bewunderung die Untersuchungen von Alexander Braun über die Ordnung der Schuppen in den Tannenzapfen 1830, und von Robert Brown, „dem anerkannt größten Botaniker seiner Zeit", über die Befruchtung der Orchideen und Asklepiadeen 1831, mit denen eine neue Epoche der botanischen Morphologie und Entwickelungsgeschichte anhebt.

Mit herzlicher Freude, ja Rührung vernimmt Goethe, daß Nees v. Esenbeck 1821 einem der edelsten Bäume des brasilianischen Urwalds nach Botanikersitte den Namen Goethea[60]) gegeben, „weil

es dem Botaniker wohl thut, die Häupter und Förderer seiner Wissenschaft unter frischen Pflanzen symbolisch anzureden und gleichsam grünend und blühend vor sich zu sehen." [61]) Lebhaft beschäftigt ihn in den letzten Jahren eine französische Uebersetzung seiner botanischen Abhandlungen, die er gemeinsam mit dem Genfer Freunde Friedrich Jakob Soret in Angriff nimmt, und bei der jede Phrase sorgsam erwogen wird, „um nicht bei jener, überall völlige Klarheit in Gedanken und Ausdruck fordernden Nation in den Verdacht mystischer Träumereien zu gerathen." [62])

Doch mehr und mehr fühlt er sich gemahnt „am Ufer des botanischen Ozeans zu bleiben und den Schiffern, Schwimmern und Tauchern von Geburt und Uebung die so ehren- als gefahrvolle Fahrt zu überlassen"; er vergleicht sich dem müden Wanderer, der still genügsam am Wege ausruht und die rüstig vorschreitende Jugend an sich weiter ziehen läßt, an die er in früherer Zeit sich gar zu gern angeschlossen hätte.

Nur noch einmal in seinen letzten Lebenstagen erwacht seine Theilnahme an der Botanik mit dem alten Feuer, und in Briefen und aphoristischen Aufsätzen entwickelt er ein neues Gesetz, das er in der Gestaltung der Pflanzen erkannt zu haben glaubt. Er war dazu angeregt worden durch Philipp von Martius, den geistvollen Bearbeiter der Flora von Brasilien, dem die Wissenschaft insbesondere für die umfassendste Erforschung der Palmen dankbar ist. In der Naturforscherversammlung zu München im September 1827 hatte Martius einen Vortrag „über Architektonik der Blüthen" gehalten; ausgehend von der durch Goethe in die Wissenschaft eingeführten morphologischen Anschauung der Blüthe, als einer Vereinigung metamorphosirter Blätter, suchte er nachzuweisen, daß die Blätter in der Blüthe nicht, wie man glaubte, in Kreisen, sondern in Spiralen geordnet sind, deren Umläufe sich in Zahlen und mathematischen Formeln ausdrücken lassen; der Vortrag wurde noch durch ein Modell erläutert. Auf der im folgenden Jahre (September 1828)

in Berlin abgehaltenen Naturforscherversammlung war Martius auf diese Theorie zurückgekommen und hatte Blüthenformeln für eine Anzahl Pflanzenfamilien mitgetheilt.[63]) Goethe erweiterte die von Martius auf den Aufbau der Blüthen beschränkte Lehre zu einem allgemeinen Gesetz der Pflanzenmorphologie. „In zwei Hauptten-denzen oder, wenn man will, in zwei lebendigen Systemen vollendet sich wachsend das Leben der Pflanze; das eine ist die Vertikal-tendenz, das andere die Spiraltendenz; keine kann von der andern abgesondert gedacht werden, weil immer eine durch die andere lebendig wirkt. Die Vertikaltendenz äußert sich schon in den ersten Anfängen des Keims; sie ist es, wodurch die Pflanze in der Erde wurzelt und zugleich sich in die Höhe hebt; sie manifestirt sich, zugleich solidesziрend, in der stracken, starr aufgerichteten Bildung des Holzes; sie ist es, die unaufhaltsam von Knoten zu Knoten, in die Höhe oder sonst sich fortschiebt und so, indem sie Leben nach Leben fördert und steigert, die Kontinuität des Ganzen hervorbringt; sie spricht sich daher als Achse aus, ebenso in der Region der Laubblätter als in der Blüthe."

Die Spiraltendenz dagegen, die als das eigentlich produzirende Lebensprinzip anzusehen ist, ist vorzugsweise auf die Peripherie angewiesen; denn die Blätter, die aus der Achse erzeugt werden, bilden sich in spiraligen Umläufen und zeigen eine schraubenförmige Anordnung. Sie ist erkennbar an den Kolben der Aroideen und des Mais, wie an den Schuppen der Tannenzapfen, an den trockenen Ruthen von Lycium barbarum, an der Faltung vieler Blüthen-knospen, an der Stellung der Knospen bei den verbänderten Eschen-zweigen wie bei der Kartoffel, an den beim Aufspringen nach entgegengesetzter Richtung auswärts sich einrollenden Klappen der Hülsen von der Frühlingswalderbse,[64]) an den Blattnarben der fossilen Stämme der flora subterranea; bei Schlingpflanzen und Ranken wird die Vertikaltendenz von der Spiraltendenz über-wältigt, die sich schon bei den Keimpflanzen geltend macht; aber

selbst in vertikal aufsteigenden Stämmen von Birken, Kiefern, Roßkastanien, Weißdorn ist eine gedrehte Richtung der Holzfasern erkennbar.[65]) Die Spiraltendenz wird in Bau und der Bewegung der mikroskopischen Oscillarien, in den Spiralgefäßen, in den schraubenförmigen Blattkronen des Pandanus, in den spiraligen Blüthenstielen der Vallisneria, in der schneckenförmigen Einrollung der Farnknospen, in der Drehung der Aehre von Ophrys (Spiranthes) spiralis, in den hygroskopischen Grannen des Reiherschnabels (Erodium gruinum), selbst in den schraubenförmigen Krümmungen abgelöster Rindenstreifen bei den gespaltenen Stengeln des Löwenzahn verfolgt, welche Dutrochet vitale Inkurvation genannt hatte.[66])

Wie sehr Goethe von der Ausarbeitung dieses Gedankens erfüllt war, beweist sein letzter Brief, den er am 15. März 1832 an seinen alten Freund, den Grafen Caspar Sternberg, richtete: „Das Studium der Spiralität läßt mich nicht los. Die große Schwierigkeit, jenes Zusammenwirken der in Eins verbundenen und verschlungenen Vertikalität und Spiralität der Anschauung lebendig zu erhalten, drängte mich zu einem Gleichniß. ... Man stelle sich eine Winde (Convolvulus) vor, die um eine Stange von unten an sich fortschlängelnd in die Höhe steigt und sich festanschließend ihrem lebendigen Wachsthum folgt; nur muß man sich Winde und Stange beide gleich lebendig denken, aus einer Wurzel aufsteigend, beide sich wechselweise hervorbringend und so unaufhaltsam vorschreitend. ... Freilich paßt dieses Gleichniß nicht ganz, denn im Anfang müßte die Schlingpflanze sich um den sich erhebenden Stamm in kaum merklichen Kreisen herumwinden. Je mehr sie sich aber der oberen Spitze näherte, desto schneller müßte die Schneckenlinie sich drehen, um endlich (bei der Blüthe) in einem Kreise auf einen Diskus sich zu versammeln, dem Tanze ähnlich, wo man sich in der Jugend gar oft Brust an Brust, Herz an Herz mit den liebenswürdigsten Kindern selbst wider Willen gedrückt sah. Verzeih diese Anthropomorphismen."

So schrieb Goethe in seinem 83. Jahre, sieben Tage vor seinem Tode. Hätte Goethe nur noch Darwin erlebt! er, der sein Leben lang unerschrocken den lichten Tag der Wahrheit gesucht, den er mit vorahnender Sehergabe vorausschaute, doch oft nur im dunklen Drange sich des rechten Weges bewußt blieb, wie würde er sich des Mannes erfreut haben, der durch streng induktive Methode klare und überzeugende Beweise für seine Ideen zu finden wußte, und der insbesondere fünfzig Jahre später auf experimentellem Wege den Nachweis gegeben hat, daß in der That alle Pflanzenorgane während ihrer Wachsthumsperiode in einer steten Kreis- oder Schraubenbewegung begriffen sind und dabei Umläufe machen, für welche der Wirbel der Tanzfiguren ein anschauliches Bild gewähren möchte.[67])

VIII.

Wir können diese Betrachtungen über den Botaniker Goethe nicht beschließen, ohne wenigstens mit einigen Worten daran zu erinnern, wie oft auch der Dichter Goethe aus seiner Vertrautheit mit den Pflanzen Stoff zu Bildern und Gedanken entnommen, die uns in so manchem seiner Lieder anmuthen. Selbst nachdem Goethe gelernt hatte, die Welt der Pflanzen mit dem Auge des Naturforschers anzuschauen, findet er darin ein neues Element zu poetischem Schaffen. Er selbst erinnert denen gegenüber, welche die Geistesarbeit des Naturforschers mit der des Dichters für unverträglich halten, „daß Wissenschaft sich aus Poesie entwickelt, und daß nach einem Umschwung der Zeiten beide wieder friedlich zu beiderseitigem Vortheil auf höherer Stelle gar wohl sich begegnen könnten." In diesem Sinne hat er 1797 die Metamorphose der Pflanzen in der reizvollen Elegie dargestellt, welche „wohlwollende Freundinnen, die ihn schon früher den einsamen Gebirgen, der Betrachtung starrer Felsen gern entzogen hätten und auch mit seiner abstrakten Gärtnerei keineswegs zufrieden waren, zur Theilnahme locken und vor Allem der eigentlich Geliebten, die das Recht hatte, die lieblichen Bilder

auf sich zu beziehen, willkommen sein sollte". Schon Knebel hat dieses Lehrgedicht den klassischen Vorbildern des Empedokles, Lucretius und Virgilius an die Seite gestellt.

Sinnige Symbolik in Verbindung mit treuer Naturbeobachtung entfaltete Goethe in jenem Spätfrühling, jenem Johannistriebe der Liebe und Poesie, den er im Verkehr mit Marianne von Willemer im Hochsommer 1815 durchlebte. Zwei Bäume des Heidelberger Schloßgartens, den er Mitte September mit Marianne besuchte, waren es vor Allem, die ihm zu herrlichen Liedern Stoff gaben. Das eine gilt den edlen Kastanien des Neckarthals:

„An vollen Büschelzweigen,
Geliebte, sieh nur hin:
Laß Dir die Früchte zeigen
Umschalet, stachlig grün.

Sie hängen längst geballet,
Still, unbekannt mit sich;
Ein Ast, der schaukelnd wallet,
Wiegt sie geduldiglich.

Doch immer reift von innen
Und schwillt der braune Kern;
Er möchte Luft gewinnen
Und säh' die Sonne gern.

Die Schale platzt und nieder
Macht er sich freudig los;
So fallen meine Lieder
Gehäuft in Deinen Schooß."

Der andere Baum ist ein Gingko (Gingko biloba) aus der Familie der Nadelhölzer und dem Taxus nahe verwandt, aber von wunderlich fremdartigem Aussehen, da er statt der Nadeln Büschel lang gestielter, oben in eine fächerartige, tief eingeschnittene Spreite verbreiteter, im Herbst abfallender Laubblätter trägt: er ist der letzte Ueberrest eines uralten, im Aussterben begriffenen Pflanzengeschlechtes, dessen Heimath einst vom Nordpol bis zum Wendekreis

sich erstreckte, das aber heut sich nur in China und Japan erhalten hat, von wo es seit etwa 150 Jahren in die Gärten Europas verpflanzt wurde. Goethe erblickt in den zweispaltigen Blättern des Gingko das Symbol zweier in Freundschaft innig verwachsener

Seelen; einen Zweig, den er an Marianne sendet, begleitet er mit der schönen Deutung:

„Dieses Baums Blatt, der von Osten
Meinem Garten anvertraut,
Giebt geheimen Sinn zu kosten,
Wie's den Wissenden erbaut:

Ist es ein lebendig Wesen,
Das sich in sich selbst getrennt?
Sind es zwei, die sich erlesen,
Daß man sie als Eines kennt?

Solche Frage zu erwidern,
Fand ich wohl den rechten Sinn;
Fühlst Du nicht in meinen Liedern,
Daß ich eins und doppelt bin?"

Ein ganz besonderer Liebling Goethes wurde eine sonst kaum von Jemand beachtete Pflanze aus der Familie der Fettgewächse, das im tropischen Asien einheimische, jetzt aber überall in der heißen Zone unkrautartig verwilderte Sproßblatt, Bryophyllum calycinum. Goethe hatte beobachtet, daß diese Pflanze in der Jugend rundliche,

Sprossendes Bryophyllumblatt.

am Rande gekerbte Blätter, im Alter dagegen zweigähnliche Fiederblätter entwickelt, aus deren Kerben zarte klare Tropfen hervorbringen, die bei jungen Pflanzen nach eingetretener Wärme verdunsten, bei älteren zu gummiartigem Wesen gerinnen; mit Staunen nimmt er dann wahr, wie ältere Blätter in der Luft, während sie noch am Mutterstamme hängen, aus den Kerben ihrer fleischigen Blätter frische Pflänzchen hervorbringen, welche sich ablösen und selbstständig fortentwickeln;[68]) „dieses unermüdliche Sprossen und sich Verjüngen, dieses immerfort wachsende Lebende" wird in des Dichters Seele zum „Bild und Gleichniß des Wesens, von dem wir uns kein Bild machen sollen"; er glaubt das „Alles in Einem und aus Einem" mit den Augen zu schauen. Als Sulpice Boisserée ihn im Juni 1826 in Weimar besuchte, schenkt er ihm ein paar

Blätter der „pantheistischen Pflanze, das lebendigste Bild der Morphologie“,[69]) die dann auf Goethes Wunsch der edlen Freundin Marianne von Willemer zur Pflege überlassen werden; Goethe giebt hierzu am 12. November die launige Anweisung:

„Was erst still gekeimt in Sachsen,
Soll am Maine freudig wachsen!
Frisch auf guten Grund gelegt:
Merke, wie es Wurzel schlägt!
Dann der Pflänzlein frische Menge
Steigt in lustigem Gedränge;
Mäßig warm und mäßig feucht —
Ist, was ihnen heilsam däucht.
Wenn Du's gut mit ihnen meinst,
Blühen sie Dir wohl dereinst.“

Schon am 26. November kann Marianne über die Erfolge ihrer Pflanzenkultur in der Gerbermühle Günstiges berichten:

„Jene Blätter, die in Sachsen
Still gekeimt durch Deine Hand,
Auf der Mühle hoch gewachsen,
Drängen sich um Luft und Sand . . .“

Doch scheinen sie sich nicht lange erhalten zu haben; denn am 19. April 1830 schickt Goethe neue Blätter an Marianne mit der sinnigen Widmung:

„Wie aus einem Blatt unzählig
Frische Lebenskeime sprießen,
Mögst in einer Liebe selig
Tausendfaches Glück genießen.“

Auch Boisserée erbittet sich im Juni 1830 von München aus einige neue Blätter, da das aus früherer Gabe herstammende Gewächs zu Grunde gegangen sei; er erhält auch am 23. Juni von Goethe eine frische Sendung, aber aus dem botanischen Garten, mit der Bemerkung: „Eigene Pflanzen habe ich so schön von unten herauf gezogen, daß ich es nicht übers Herz bringen kann, ein Blatt abzubrechen.“ [70])

IX.

Die Einheit des Goetheschen Genius macht es begreiflich, daß alle Ausstrahlungen desselben, gleich den verschiedenfarbigen Aetherwellen des Sonnenlichtes, aus demselben Mittelpunkt hervorleuchten, nicht neben einander herlaufen, sondern sich gegenseitig durchdringen. Daß insbesondere der Naturforscher Goethe nur aus dessen dichterischer und künstlerischer Natur verstanden werden kann, hat Helmholtz mit unübertrefflicher Meisterschaft dargelegt. E. Caro und Alfred Dove haben ausgeführt, welchen Einfluß auf die Goethesche Naturforschung seine Philosophie geübt hat. Wir hätten vielleicht sagen sollen: seine Religion; denn Goethes Philosophie war nicht sowohl ein in klarer Gedankenreihe konsequent durchgearbeitetes System, sie war hervorgegangen aus dem ethischen Bedürfniß eines tief und warm empfindenden Gemüths. Der große Heide, wie sie ihn nannten, war eine tief religiöse Natur, der selbst mystische Strebungen nicht fremd waren. Seinen Gott hatte er durch Spinoza kennen gelernt: das Alleine, das unendliche ewige Sein, ohne das nichts bestehen noch gedacht werden kann, das zugleich Geist und Weltall, denkend und ausgedehnt ist. Daher ist ihm die Natur nicht eine Schöpfung Gottes, sondern die Gottheit selbst, insofern sie in Zeit und Raum angeschaut wird; die Einzeldinge sind nur vergängliche Gleichnisse, wandelbare Gestaltungen zugleich und Gedanken der ewigen Gottheit; „meine tiefe angeborene Anschauungsweise hatte mich gelehrt, Gott in der Natur und die Natur in Gott zu sehen", sagt er selbst einmal.

Goethe erkennt ganz im Sinne Spinozas als Aufgabe der Naturforschung, die Einzeldinge unter dem Gesichtspunkte des Ewigen, sub specie aeternitatis anzuschauen. Das unerschrockene Forschen nach der Wahrheit, die von Vernunft beseelte Gottesliebe, amor intellectualis Dei, ist es, die Goethes ganzes Denken und Empfinden durchdringt, die ihm bis zum letzten Augenblick Heiterkeit der Seele,

Trost und Ergebung, Hoffnung, Glückseligkeit gewährt. Alle naturwissenschaftlichen Abhandlungen Goethes sind durchweht von diesem Gefühl der Pietät gegenüber dem geheimnißvollen Urgrund aller Dinge: „es ist das höchste Glück des Menschen, das Erforschbare erforscht zu haben, und das Unerforschte in Ehrfurcht zu verehren."

Im Beginn seiner naturwissenschaftlichen Studien 1782/83 hatte Goethe für das beglückende Gefühl, das ihm aus der tieferen Naturerkenntniß zuströmte, einen Ausdruck in dem inbrünstigen Dankgebet an den schaffenden Weltgeist gefunden, das er seinem Faust in den Mund legt:

.... „Du gabst mir
Die herrliche Natur zum Königreich,
Kraft, sie zu fühlen, zu genießen ...
Nicht kalt staunenden Besuch erlaubst Du nur,
Vergönnest mir, in ihre tiefe Brust,
Wie in den Busen eines Freunds, zu schaun!"

Fünfzig Jahre später, bei der letzten Umarbeitung seiner morphologischen Studien auf dem Gebiete der Botanik, zieht Goethe zum Schluß die Summe seiner Forschungen in einem, vom Herbst 1831 datirten „freundlichen Zuruf".

„Eine mir in diesen Tagen wiederholt sich zudrängende Freude kann ich nicht verbergen. Ich fühle mich mit nahen und fernen ernsten thätigen Forschern glücklich im Einklang. Sie gestehen und behaupten: man solle ein Unerforschliches voraussetzen und zugeben, alsdann aber dem Forschen selbst keine Grenzlinie ziehen. Muß ich mich denn nicht selbst zugeben und voraussetzen, ohne jemals zu wissen, wie es wirklich mit mir beschaffen sei, studire ich mich nicht immerfort, ohne mich jemals zu begreifen, mich und andere? und doch kommt man fröhlich immer weiter und weiter!

„So auch mit der Welt. Es liege die Welt anfang- und endlos vor uns, unbegrenzt sei die Ferne, undurchdringlich die Nähe; es sei so; aber wie tief der Menschengeist in seine und ihre Geheimnisse zu dringen vermöchte, werde nie bestimmt noch abgeschlossen."

Ist es nicht, wenn wir diesen Ausdruck hoffnungsreicher Freudigkeit lesen, als hörten wir den greisen Faust, wie er mit Befriedigung auf sein Tagewerk zurückblickt:

„Zum Augenblicke möcht' ich sagen:
Verweile doch, Du bist so schön,
Es wird die Spur von meinen Erdentagen
Nicht in Aeonen untergehn.
Im Vorgefühl von solchem hohen Glück,
Genieß' ich jetzt den letzten Augenblick."

Wenige Monate, nachdem Goethe jene Worte als Vermächtniß geschrieben, war der Stern niedergegangen, der so lange freundlich über Deutschland geleuchtet hatte. Das Licht aber, das er ausgestrahlt, wird fortwirken, herzerfreuend und veredelnd, so lange die deutsche Sprache verstanden wird.

Erläuterungen.

[1]) (S. 81.) Goethe is the intellectual king of a new epoch, the interpreter to itself of the modern mind, who more than any one else made it realise the revolution which has swept over it. Stuart Mill.

[2]) (S. 86.) Gerade die größten Botaniker, die sich mit Goethe beschäftigt, Schleiden und Julius Sachs, haben die Bedeutung von Goethes botanischen Leistungen am meisten verkannt. Vergl. auch Büsgen: Ueber Goethes botanische Studien, Goethe-Jahrbuch 1890 S. 145.

[3]) (S. 86.) Eine tief eindringende Bearbeitung von Goethes naturwissenschaftlichen Forschungen ist in den Einleitungen zu Goethes Naturwissenschaftlichen Schriften, und zwar in der Hempelschen Ausgabe durch S. Kalischer (Bd. 33, 1877), und in der von Kürschner herausgegebenen „Deutschen Nationallitteratur" durch Rudolf Steiner (Bd. 33—35, 1884—91) gegeben worden. Von besonderer Wichtigkeit ist die von dem Letzteren im Goethe-Jahrbuch, Bd. XII, 1891, veröffentlichte Abhandlung „Ueber den Gewinn unserer Anschauungen von Goethes Naturwissenschaftlichen Arbeiten nach den Publikationen des Goethe-Archivs" (S. 190—210); sie eröffneten uns zuerst einen Ausblick auf das: „was wir von der Publikation der im Goethe-Archiv aufbewahrten, noch ungedruckten Aufsätze und Fragmente Goethes ... für die Klarstellung von des Dichters Bedeutung im Bereiche der Wissenschaft des Organischen zu erwarten haben". Der größte Theil dieser Aufsätze ist inzwischen in der, im Auftrage der Großherzogin Sophie von Sachsen durch Rudolph Steiner besorgten, und mit inhaltsreichen Einleitungen versehenen Ausgabe von Goethes naturwissenschaftlichen Schriften, Weimar, Hermann Böhlau, Abth. II, Bd. 6—10, abgedruckt worden. Durch die Güte der Herrn Museumsdirektor Geheimrath Dr. Ruland, Archivdirektor Prof. Dr. Suphan und Dr. R. Steiner ist es dem Verfasser vergönnt gewesen, auch die in Weimar aufbewahrten botanischen Manuskripte, Herbarien und Sammlungen Goethes kennen zu lernen (Mai 1894), und für diesen Abschnitt zu benutzen.

[4]) (S. 86.) „Geschichte meines botanischen Studiums" 1807, umgearbeitet und vervollständigt 1831, Kürschner Bd. 33, S. 63; Weimar, II. Abth., Bd. VI, Seite 95.

[5]) (S. 86.) Goethes naturwissenschaftliche Korrespondenz 1812—32 herausgegeben von F. Th. Bratranek, Leipzig, F. A. Brockhaus, 1874. Goethes Gespräche, herausgegeben von F. W. v. Biedermann, Leipzig.

[6]) (S. 87.) „Der Park in Dessau, als einer der ersten und vorzüglichsten berühmt und besucht, erweckte (in Weimar) Lust der Nacheiferung, welche um desto orginaler sich hervorthun konnte, als die beiden Lokalitäten sich nicht im Mindesten ähnelten, ... man wußte der hügelig abwechselnden Gegend den eigenen Reiz abzugewinnen ... so erweitern sich die Parkanlagen unmittelbar vom Schloß ausgehend; — erstrecken sich das anmuthige Ilmthal hinauf und nähern sich (dem Lustschloß) Belvedere. Die Oberaufsicht, Leitung und Anordnung übernimmt der Fürst (Karl August) selbst." Goethe: Geschichte der Pflanzenkultur im Großherzogthum Weimar 1822. Werke. Weimar. II. VI. S. 228.

[7]) (S. 91.) Noch am 15. Dezember 1784 hatte Goethe an Knebel geschrieben: „Wie der Herzog unterwegs vom Geiste der Naturlehre überfallen worden, wundert mich, es scheinen seine Organe am Wenigsten vorbereitet, dieses Wehen zu vernehmen."

[8]) (S. 91.) „Mein Mikroskop ist aufgestellt, um die Versuche des Gleichen genannt Rußworm mit Frühlingseintritt nachzubeobachten und zu controliren."

Goethe an Jacobi, 12. Januar 1785.

Fried. Wilh. Freiherr von Gleichen-Rußworm schrieb: Auserlesene mikroskopische Entdeckungen bei Pflanzen, Blumen, Blüthen, Insekten und anderen Merkwürdigkeiten. Nürnberg 1777—81.

Vergl. Briefe Goethes an Frau v. Stein 2. März und 1. April 1785.

„Herders kommen und also erwarte ich meine Liebste auch. Wäre es hell Wetter, so lad ich Dich auf einige mikroskopische Beobachtungen früher ein."

19. Januar 1786.

„Ich bitte dich um Dein Mikroskop, um es mit dem meinigen zu verbinden und einige Beobachtungen zu machen, ich habe Infusorien von der schönsten Sorte." 16. März 1786.

„Ich habe das größte Verlangen, Dich zu sehen, zumal, da ich Dir die köstlichsten Geschöpfe zu zeigen hatte, hätte ich nur meinen Vorsatz ausgeführt: ich wollte nach Hof schicken und dir's sagen lassen; ich habe nun schon Thiere, die sich den Polypen nahen: fressende Infusionsthiere. Liebe mich."

Goethe an Ch. v. Stein, 14. April 1786.

Am nämlichen Tage an Jacobi: „Wenn Dir mit Infusionsthierchen gedient wäre, könnte ich Dir einige Millionen verabfolgen lassen."

Im Goethe-Schiller Archiv zu Weimar ist das Heft aufbewahrt, das von Goethes Hand den Titel trägt „Infusionsthiere"; es ist in der Weimarischen Ausgabe von Goethes Naturwissenschaftlichen Schriften, Bd. VII, 1892, Seite 289—309, zum Abdruck gekommen, und enthält die Protokolle der mikroskopischen

Studien vom 8. April bis 11. Mai 1786, sowie Kopieen von Goethes mikroskopischen Zeichnungen; letztere sind mit gewandter Hand flüchtig entworfen und nach wissenschaftlichem Gebrauch in Tafeln mit Figurenbezifferung zusammengestellt; sie gestatten meist die Bestimmung der beobachteten Thierchen; aus ihnen läßt sich schließen, daß das Mikroskop etwa 30 mal vergrößerte. Goethe machte Aufgüsse von den verschiedenartigsten Dingen: Pisangmark, Kaktus, Trüffeln, Morcheln, Steinpilzen, Pfefferkörnern, Leinsamen, Roggen, Erbsen, Linsen, Kartoffeln, Theeblättern, von Bier, von Fichtenzweigen, in der Meinung, dadurch besonders interessante Thierformen zu erhalten; doch entwickelten sich natürlich nur die gewöhnlichen Organismen der Fäulniß: Vorticella, Paramecium, Colpoda, Chilodon, Glaucoma, Stylonychia, Oxytricha, so wie Monaden, deren Bewegung und Vermehrung von Tag zu Tag beobachtet wurde. In destillirtem Wasser erhielt er Mycel, das er als Conferva beschrieb; nach der Zeichnung S. 308 scheint er einen Asporgillus kultivirt zu haben. An den Schleimhäuten (Zoogloea), die sich auf den faulenden Infusionen bildeten, beobachtet er „unendlich viele zahllose bewegte Punktthierchen" (Monaden), außerdem aber noch unendlich kleinere zitternde Punkte (Bakterien). In Wasser mit Froschlaich schwammen kleine Wasserkrebse (Cyclops), die charakteristisch gezeichnet sind (T. I, S. 305); von Räderthierchen beobachtete er Rotifer, dessen Bewegungen denen der Spannraupen verglichen werden (T. II b, Fig. 7 bis 10), und Lepadella ovalis (S. 308). Die Beobachtungen selbst sind durchaus dilettantisch, aber sie zeigen immerhin, mit welchem Eifer Goethe sich Anschauungen auch in der mikroskopischen Welt zu verschaffen suchte.

[9]) (S. 91.) Goethe bittet Knebel, ihm von Jena die nöthige Litteratur zu verschaffen: „Ich mag am Liebsten meine freien Augenblicke zu diesen Betrachtungen verwenden." Sonderbar, daß Goethe keine andern Quellen weiß, als eine Epistola de generatione plantarum ex seminibus, von Joseph Aromatari (nicht de Aromaticis) aus dem Jahre 1625 und Linnés (P. J. Bergius) Dissertatio: semina muscorum detecta 1750. Bei der Bearbeitung der „Metamorphose" 1790 benutzte Goethe bereits den 1788 erschienenen ersten Band von Jos. Gärtners klassischem Werk: De fructibus et seminibus plantarum: er hatte von demselben ein sauberes vollständiges Exzerpt, 14 Folioseiten, angefertigt, das sich jetzt im Goethe-Schiller Archiv befindet.

[10]) (S. 92.) Laboranten (medizinische Laboranten) hießen in Thüringen und Schlesien eine Anzahl Familien, die eine Art freies Apothekergewerbe betrieben und die wildwachsenden Heilpflanzen zum Verkauf an die konzessionirten Apotheken und als Hausmittel sammelten, aber auch selbst in ihren Gärten eine Anzahl aromatischer oder als besonders heilkräftig angesehener Kräuter (Enzian, Liebstöckel, Meisterwurz, Engelwurz, Baldrian u. a.) anbauten; aus diesen brauten sie nach altererbten Rezepten Elixiere und Balsame, die sie im Herum-

ziehen an den Mann brachten. Im Thüringer Wald wurden sie von dem Hauptort ihrer Niederlassung Königsseer genannt; in Schlesien waren sie vorzugsweise in Arnsdorf und Krummhübel unter der Schneekoppe angesessen; ihr Ursprung wurde hier von Prager medizinischen Studenten, die der Religion wegen im dreißigjährigen Kriege sich in das Schlesische Riesengebirge geflüchtet, abgeleitet; jetzt sind sie nach vergeblichen Ankämpfungen gegen die Polizei ausgestorben. Die Familie Dietrich in Ziegenhain hatte durch die nahe Universitätsstadt Jena, für die sie nach Goethes Bericht die Lektionen, d. h. Bündel der in jeder Woche blühenden Gewächse für den botanischen Unterricht, herbeischaffte, eine größere Kräuterkenntniß sich erworben.

[11]) (S. 93.) Vergl. Erläuterung 14.

[12]) (S. 93.) Dr. Roth hatte im Juli 1779 zuerst die durch Insekten veranlaßten Reizbewegungen des Sonnenthau (Drosera) beobachtet und in seinen „Beiträgen zur Botanik I, Bremen 1782" veröffentlicht; daß diese Reizbewegungen dem Fangen und Verzehren von Insekten dienen, wurde erst durch Darwin „Insectivorous Plants. London, 1875" festgestellt. Vergl. den Abschnitt „Insektenfressende Pflanzen".

[13]) (S. 93.) Im Goethehaus befindet sich noch Goethes Herbarium in 8 schwarzangestrichenen Holzkästen, aus denen die in Bogen gelegten Pflanzen durch Aufklappen von Deckel und Rücken bequem herausgenommen werden können; sie sind in die 24 Klassen des Linnéschen Systems vertheilt, auf Papierblätter sauber aufgeklebt; die deutschen und lateinischen Namen beigeschrieben, ohne Angabe des Fundorts und des Datums; doch stammen sie vermuthlich aus dieser ersten Zeit von Goethes botanischen Studien, wie schon die Ordnung nach Linné schließen läßt, da Goethe schon 1795 Jussieus natürliches System annahm; viele Pflanzen sind zuerst falsch bestimmt und nachher, zum Theil von Goethes eigener Hand berichtigt worden. Eine Anzahl später eingelegter Pflanzen ist ungeordnet; ihre Namen sind auf kleinen Zetteln beigefügt. Von verschiedenen Seiten hat Goethe auch besonders zierliche Sammlungen von getrockneten Pflanzen als Geschenk erhalten, darunter eine auf Wachspapier; Meeresalgen aus der Ostsee und aus dem Mittelmeer, so wie Goethes Pflanzenpresse sind auch im Goethe-Nationalmuseum noch vorhanden.

[14]) (S. 95.) Philosophia botanica ist der Titel des Buchs, in welchem Linné seine allgemeine Theorie der Pflanzen darlegte; Goethe besaß die erste Auflage (Stockholm 1751), von den andern Schriften Linnés noch die Genera plantarum von 1752, die Fundamenta botanices von 1747 und das Systema vegetabilium in 3 Ausgaben von 1779, 1784 und 1825.

[15]) (S. 96.) Goethes „Tagebücher aus Italien an Frau von Stein", die er bei der 1813 begonnenen, aber erst 1817 im ersten, 1829 im zweiten Theile veröffentlichten Bearbeitung der „Italienischen Reise" zu Grunde legte,

sind 1886 von Erich Schmidt als Band II der Schriften der Goethe-Gesellschaft in Druck gegeben worden. Goethe klagt „über die entsetzliche Schnelle, mit der ihn die Postillone vom Brenner nach Bozen fuhren, so rasch, daß einem oft Hören und Sehen verging." Er brauchte für diese Fahrt 14 Stunden; heute freilich legt sie der Eilzug in 2 Stunden 40 Minuten zurück und bringt uns in 14 Stunden vom Brenner bis Florenz.

[16]) (S. 97.) Goethe bezeichnet die Pflanze irrthümlich als Bignonia radicans; doch ist nach brieflicher Mitteilung des Professor Saccardo in Padua kein Zweifel, daß die Schlingpflanze, welche noch heute die Mauer des Orto botanico zur Blüthezeit mit zahllosen feurigen Glocken schmückt, (vrgl. Erl. 18) und deren Alter nach der Stärke des Stammes auf die Goethesche Zeit zurückreicht, nicht die nordamerikanische, kleinblütige Art radicans, sondern die bei uns im Freien nicht ausdauernde japanische Art grandiflora ist; beide Arten sind von den Systematikern der neueren Zeit aus der Gattung Bignonia zu Campsis oder Tecoma versetzt worden. Ueber Campsis (Tecoma) radicans berichtet Goethe eingehend in den bisher ungedruckten „Vorarbeiten zu einer Physiologie der Pflanzen" (Weimar II, B. VI. S. 340); seit er sie in Padua zuerst blühend angetroffen, hat sie auf ihn solchen Eindruck gemacht, daß er auch in Weimarischen Gärten, und auch im eigenen, sie mit Vorliebe gepflegt und beobachtet hat; besondere Aufmerksamkeit schenkt er den Büscheln der Haftwurzeln, mit deren Hilfe die Pflanze an Mauern emporklettert.

[17]) (S. 99.) Der botanische Garten von Padua ist eine Schöpfung der Renaissance, welche auch die mittelalterlichen Universitäten verjüngte und dem Geiste der neuen Zeit anpaßte. Dem Senat der Republik Venedig gebührt der Ruhm, zuerst erkannt zu haben, daß das Studium der wissenschaftlichen Medizin nicht länger bloß von den mißverstandenen Traditionen der alten Griechen und der Araber zehren könne, sondern daß es neuer Institute bedürfe, um den jungen Aerzten Gelegenheit zu lebendiger Anschauung und selbstständiger Uebung und Forschung zu gewähren. Seitdem Padua 1405 in die Republik Venedig einverleibt worden, war auch die alte, 1222 begründete Universität unter die Verwaltung eines vom Senat erwählten Kollegiums, der „Riformatori dello Studio Padovano" getreten; unter ihrem Patronat wurde für die Universität seit dem Ende des XV. Jahrhunderts der stattliche Palast errichtet, für dessen Hof um die Mitte des folgenden Jahrhunderts Venedigs größter Architekt, Andrea Sansovino die berühmte Säulenhalle baute. Sie hatten 1539 für Andreas Vesal das erste anatomische Theater, für Da Monte die erste Klinik gegründet. Nachdem 1533 Francesco Buonafede als erster Professor der Heilmittellehre (lettore dei semplici) angestellt war, machte dieser dringende Vorstellungen, daß der Unterricht in seiner Wissenschaft (lectura simplicium in schola) nur dann Erfolg haben könne, wenn den Studirenden auch in einem besonderen Garten (orto medicinale oder dei

semplici) die Pflanzen vorgezeigt werden könnten, aus denen die Heilmittel (semplici) bereitet werden (Ostensio in horto). Er fand günstiges Gehör; 1545 wurde auf Grund eines vom Senat von Venedig erlassenen Dekrets ein Stück Land von den Mönchen von S. Giustina erstanden, welche damals gerade mit der Vollendung ihrer Kirche beschäftigt waren, einer der großartigsten Kirchenbauten der Hochrenaissance. Der Baumeister der Kirche S. Giustina, Andrea Morone von Bergamo, erhielt den Auftrag, den Plan des ersten botanischen Gartens zu entwerfen, der schon binnen Jahresfrist zur Ausführung gelangte und unter der Leitung seiner ersten Präfekten, Luigi Anguillara und Melchior Weiland (Guilandinus) mit den Pflanzenschätzen der ganzen Welt sich füllte; er ist im Wesentlichen unverändert erhalten und läßt uns in seiner Anlage überall die Hand eines Künstlers, eines Architekten erkennen. Bei der Bedeutung, die dieser Garten für Goethes botanische Studien gewonnen, möchte eine Beschreibung desselben Vielen willkommen sein. Ueber dem Portal der Gartenmauer sind noch heute, in eine Marmortafel eingegraben, in lateinischer Sprache die sieben liberalen Gartengesetze zu lesen, die der venezianische Senat für die Benutzung desselben angeordnet hatte. Im Garten selbst ist eine große kreisförmige Fläche, gewissermaßen als das Sanktuarium der Flora, rings von einer hohen Rustikamauer umschlossen, die von einer zierlichen Steinbalustrade gekrönt ist und außer steinernen Vasen auch die Büsten einiger alten Botaniker trägt; es ist die nämliche Mauer, die Goethe mit dem feurigen Blumenteppich der Campsis (Bignonia) grandiflora behängt sah. Den Raum zwischen dieser und der äußeren Gartenmauer nehmen die in späterer Zeit freilich vielfach veränderten und vermehrten Baumpflanzungen ein, die durch eine Menge alter fremdländischer, bei uns nur im Kalthaus kümmerlich überwinternder Bäume die Bewunderung des nordischen Besuchers erregen; hier sind auch die aus neuerer Zeit stammenden Gewächshäuser untergebracht. Vier nach den Himmelsgegenden orientirte, mit kunstvollen Eisen- und Bronzegittern verschlossene Portale führen in den inneren Kreis, der durch zwei unter rechtem Winkel sich schneidende, gerade Hauptwege in vier regelmäßige Quartiere getheilt ist; im Kreuzungspunkte dieser Wege sendet eine mächtige Fontäne ihren Wasserstrahl in die Höhe, vier kleinere stehen in der Mitte der Quartiere; außerdem sind noch zwölf Springbrunnen im Garten vertheilt, dessen Bewässerung sie besorgen. Die Quartiere selbst sind in lange Streifen zerlegt, die von steinernen Borten eingefaßt und durch schmale Wege getrennt sind; sie sind in mannigfaltige geometrische Figuren gruppirt; in dem einen Quartier sind sie in konzentrische Zonen, in andern in parallele Reihen, längs, quer oder schief geordnet, anderwärts stellen sie eine mäandrische Zeichnung dar. Die Streifen sind wieder durch steinerne Querbänder in kleine quadratische Beete abgetheilt, von denen jedes für eine einzige Pflanzenart bestimmt ist. Längs der Ringmauer sind in den Erdboden eine Anzahl Gewächse aus wärmeren Himmelsstrichen eingepflanzt, welche im Winter durch Glasfenster, die über

stehenbleibende Rahmen gelegt werden können, vor dem Erfrieren geschützt werden, während sie im Sommer in freier Luft sich kräftig entwickeln. An der Nordseite der Ringmauer ist diese Einrichtung zu einem 8 m hohen, achteckigen Pavillon mit beweglicher Verglasung ausgebaut; er beschützt die herrliche uralte Fächerpalme, welche Goethen das Geheimniß der Pflanzenmetamorphose offenbarte. Sie gehört einer Art an, die zerstreut an den südlichen und östlichen Küsten des Mittelmeers als wildes Gestrüpp vegetirt und schon von den Griechen als Zwergpalme (Chamaerephes) bezeichnet wurde; Linné hat ihr den Beinamen der niedrigen, Chamaerops humilis, gegeben. Aber unsere Palme widerlegt diese herabsetzende Bezeichnung; denn sie besitzt einen starken Stamm von über 7 m Höhe, aus dessen Grundstock sich noch sieben etwas niedrigere Nebenstämme erheben, ein jeder gekrönt von einem Kapitäl mächtiger Blattfächer. Die Tradition macht diese Palme gleichalterig mit der Anlage des Gartens selbst, und in der That erwähnt schon der Gartenkatalog von 1591 eine Chamaerops; doch bemerkt der frühere Direktor des Gartens, Prof. R. de Visioni, daß jene alte Palme nicht an der nämlichen Stelle könne gestanden haben, wie die jetzige, da sie ohne besonderen Schutz den Winter von Padua nicht aushält, und die Einrichtung zum Eindecken erst um das Jahr 1750 durch Pontedera getroffen worden ist (Cenni critici di alcune piante storiche del Giardino di Padova 1856). Visiani war es auch, der in Bewunderung Goethes die historische Bedeutung dieser Palme für die Geschichte der Botanik den Besuchern durch eine an derselben angebrachte Tafel in Erinnerung brachte. Vergl. auch: Ceni Antonio „Guida al Orto botanico in Padova" Padova 1854.

[18]) (S. 101.) Angelica schreibt an Goethe von Rom am 10. May 1788: „Wissen sie wohl, das ich etwas habe das Ihnen gehört und das sie mit viel sorgen auferzogen haben, dem guten Schütz (Landschaftsmaler) danck ich vor das. Ihr kleiner Pignen Baum steht nun in meinem garten, das ist nun meine liebste pflanze." Und wiederum am 23. July 1788: „Die Pinie ist schön, und seitdem ich sie in meiner Besorgung habe, schon zwei gute Zoll gewachsen. Das ist mir eine liebe und sehr bedeutende pflanze den sie kombt von lieber Hand." Goethe-Jahrbuch V, 1890, S. 15 und 39. Vergl. Ital. Reise S. 503.

[19]) (S. 102.) „Die im Goethe-Schiller Archiv aufbewahrten Blätter gewähren einen Einblick in den Gang von Goethes botanischen Arbeiten während seiner italienischen Reise. Wir sehen aus denselben, wie er sich durch unzählige Beobachtungen und durch gewissenhafte, an den Naturobjekten angestellte Ueberlegungen zur endlichen Klarheit durchringt ... Unermüdlich ist Goethe damit beschäftigt, Pflanzenexemplare ausfindig zu machen, die in irgend einer Weise geeignet sind, in die Gesetze des Wachsthums und der Fortpflanzung hineinzuleiten; besonders Charakteristisches wird gezeichnet ... Wir finden mit großer Vorsicht Beobachtungen notirt, die über die Bedeutung einzelner Organe,

über den Einfluß des Klimas und die Umgebung der Pflanzen gemacht worden sind. Glaubte Goethe irgend einem Gesetze auf der Spur zu sein, so stellte er es vorerst in hypothetischer Form auf, um es als Leitfaden bei weiterer Untersuchung zu gebrauchen; es soll auf diesem Wege entweder befestigt oder widerlegt werden. . ." R. Steiner im Goethe-Jahrbuch 1891, S. 192.

[20]) (S. 104.) Goethe wundert sich mit Recht darüber „da doch Göschen im schlimmsten Falle durch ein so geringes Opfer von 6 Bogen Manuskript einen fruchtbaren, frisch wieder auftretenden, zuverlässigen, genügsamen Autor sich erhalten hätte". Die Ettinger'sche Ausgabe der Metamorphose ist — wohl eins der ersten Beispiele, wie Goethe selbst hervorhebt — mit lateinischen Lettern gedruckt.

[21]) (S. 104.) „Goethe hatte nur darin Unrecht, seine Abhandlung fast ein ganzes Jahrhundert zu früh erscheinen zu lassen, ehe es noch Botaniker gab, die sie zu studiren und zu verstehen fähig waren." Auguste Geoffroy St. Hilaire, Rapport sur l'ouvrage de Goethe, Compt. rend. de l'Académie des sciences, Paris Aug. 1838, II, S. 434.

[22]) (S. 104.) Das morphologische Herbarium zur Erläuterung der Metamorphose der Blätter ist noch im Goethehaus erhalten.

[23]) (S. 104.) Unter den alle Gebiete der Kunst und Natur umfassenden Sammlungen, die Goethe in seinem Hause vereinigte und die gegenwärtig den Schatz des Goethe-Nationalmuseums bilden, befindet sich auch ein kleines botanisches Museum, das aus einer Auswahl der interessantesten pflanzlichen Bildungen und Verbildungen, insbesondere von Verbänderungen, sowie von Früchten, Samen, Schwämmen u. dergl. besteht; darunter befinden sich viele Originale zu den Beschreibungen in der „Morphologie". Alkoholmaterial habe ich indeß nicht vorgefunden. Besonders reichhaltig ist die Sammlung fossiler Pflanzen, die nach Familien (Lepidodendren, Calamiten, Farne u. s. w.) geordnet, vier große Schränke füllen.

[24]) (S. 104.) Die Weimarische Ausgabe von Goethes naturwissenschaftlichen Schriften II. Bd. VI S. 279 bringt ein bisher ungedrucktes Fragment aus dem zweiten Theil der Metamorphose. Im Goethe-Nationalmuseum befindet sich ein als „Goethe Metamorphose II" bezeichneter Folioband, welcher die Abbildungen enthält, die Goethe offenbar für eine Prachtausgabe seiner Metamorphose hatte anfertigen lassen; es sind künstlerisch vollendete Aquarellen, in denen die Keimung von Dattel, Mais, Bohne, Erbse, Mimosa (Entada) scandens, die Entwicklung der Roßkastanienknospe, Uebergang des grünen Vorblatts in die bunten Kelchblätter einer Tulpe, eine Primel mit blumenkronartigem Kelche, durchwachsene Rosen u. A. dargestellt sind. Von einzelnen dieser in Farben ausgeführten Abbildungen sind auch Umrißzeichnungen in Kupfer gestochen.

[25]) (S. 105.) „In all dem Gewühl habe ich angefangen, eine Abhandlung

über die Bildung der Thiere zu schreiben, und damit ich nicht gar zu abstrakt werde, eine komische Oper zu dichten". Goethe an Fried. von Stein, Landshut in Schlesien, 31. August 1790.

[26]) (S. 105.) Vergl. S. 12. Goethe besaß von A. L. Jussieus Werk „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita" nur die zweite von Usteri in Zürich besorgte Auflage von 1791.

[27]) (S. 105.) Vermuthlich geschahen die Anpflanzungen nach dem natürlichen System zu beiden Seiten des graden und ebenen Hauptweges, der von Goethes Gartenhaus parallel der Straße nach dem Nordende des Gartens verläuft, an dem ein großer Steinwürfel mit daraufstehender Kugel aufgestellt ist. Nach dem Manuskript von Dietrich ließ Goethe auch schon 1795 in dem Garten hinter seinem Stadthause die im Freien aushaltenden in- und ausländischen Gewächse in zierliche Gruppen nach Jussieus natürlichem System anpflanzen und erläuterte seinen Gästen gern an ihnen die Familienverwandtschaften. Dietrich bemerkt, daß in dem beschränkten Raume des Gartens keine hohen Bäume, Sträucher, sondern nur krautartige Pflanzen aufgenommen werden konnten. Gegenwärtig zeigt der Goethesche Hausgarten, der wohl im Ganzen seine ursprüngliche Anordnung behalten hat, eine geradlinigte Eintheilung in vier rechteckige Beete, die von Buchskanten oder von alten Rosenstöcken, Geisblatt und andern Schlingpflanzen eingefaßt, in der Mitte je zwei kreisrunde Rabatten zeigen, so wie einen schönen Laubengang, der von einer Kornelkirschenhecke (Cornus mas) gebildet wird; die botanischen Beete sind verschwunden, dafür prächtige alte Bäume (Blutbuche, Kastanie, Esche, Robinie) herangewachsen. Eine Darstellung des Goetheschen Hausgarten, die auch die bekannte Veranda zeigt, ist nach einem Oelbilde von L. v. Jordan 1894 im Kunstverlag von A. Karrer Weimar, erschienen.

[28]) (S. 106.) Im Jahre 1793 veröffentlichte A. v. Humboldt: Beiträge zur Bergwerksflora von Freiberg in Sachsen, besonders die Grubenpilze berücksichtigend, und schloß daran: Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Gewächse (Florae Fribergensis specimen . . , accedunt aphorismi ex doctrina physiologiae chemicae plantarum. Berlin, 1793, deutsch 1794).

[29]) (S. 106.) Die von mir im Text aus dem Dietrichschen Manuskript entnommenen Mittheilungen über Goethes Experimente in Bezug auf die Wirkungen des Lichtes finden ihre Ergänzung durch den Abdruck der Goetheschen Originalprotokolle in der Weimarischen Ausgabe Bd. VII, Paralipomena III. Versuche über die Einwirkung des Lichts auf das Wachsthum der Pflanzen S. 310—339. Vom 25. Juni bis 5. Juli 1796 experimentirte Goethe mit Keimlingen von Kresse, Bohnen, Rüben, Radisen, die er theils durch Bedeckung mit einem Topf dem Licht entzog, theils mit gelben, blauen, violetten und farblosen Gläsern bedeckte; doch ergaben die Versuche, wie aus den sorgsam

angelegten Tabellen, in denen die Länge der Wurzeln, des Hypokotyls, der Kotyledonen jedesmal genau angegeben ist, kein sicheres Resultat in Bezug auf die Wirksamkeit verschiedenfarbigen Lichts. Entscheidend waren dagegen die Versuche, die Goethe vom 16. Juni bis 9. August in der Loge des Weimarischen Schießhauses mit Keimlingen und erwachsenen in- und ausländischen Gewächsen der verschiedensten Arten anstellte, die er durch Vorsetzen der Läden verdunkelte; er experimentirte mit nicht weniger als 34 Arten von Keimlingen und 14 Arten von erwachsenen Pflanzen, die in ein Lohebeet gesät oder in Töpfen eingestellt wurden, ferner mit 24 Arten perennirender und 34 Arten einjähriger Topfgewächse auf Stellagen, im Ganzen mit 106 Arten; über jede Art ist Protokoll geführt und die gesammten Beobachtungen in Tabellen übersichtlich zusammengestellt. In Zusammenfassung der Ergebnisse bemerkt Goethe: das Licht könne als ein Reiz betrachtet werden, der auf die Organismen wirkt und verschiedene Wirkungen in denselben hervorruft, oder auch als Stoff, der in dieselben eindringt und nachher einen Theil von ihnen ausmacht. Es giebt lichtscheue Pflanzen wie es lichtscheue Thiere (Insekten: Bienen, Ameisen) giebt. „Die Wurzel sucht die Nässe und liebt die Finsterniß, während sie das Licht flieht. Im Finstern suchen die Wurzeln nicht so gewaltsam den Boden als im Lichte; Kressensame heftet sich im Dunkeln anfangs nur mit einem Spitzchen ein, während der obere Theil der Wurzel sich ringsum mit feinen Fäserchen (Wurzelhaaren) bedeckt. Im Lichte schlugen sie Wurzeln von großer Länge, die tief in den Boden eindrangen. Im Finstern und Feuchten brechen auch Wurzeln aus den Stengelknoten, die alle vom Fenster ab, nach dem Zimmer hin sich neigen. Das Stengelchen verlängert sich im Finstern über die Maßen, ebenso die Blattstiele der Kotyledonen, diese selbst werden gelblich; ist das Federchen schon im Samen gegenwärtig, so entwickeln sich auch die zwei ersten Blätter, aber sie bleiben weiß und sterben bald ab." Goethe stellt die Vermuthung auf, wenn das Stengelchen zwischen Wurzel und Kotyledonen im Finstern sich zu solcher Länge entwickelt, so beruhe dies darauf, daß die Bildungssäfte, die im Lichte für die Entwicklung des Federchens gebraucht würden, nunmehr bei der Verkümmerung der Blätter dem Stengelchen zu Gute kommen.

[30]) (S. 106.) Goethe bezeichnet diese Erscheinungen als Abbleichen, Abweißen; üblicher ist der schon von Bonnet (dem Einzigen, der vor Goethe 1759 ähnliche Versuche gemacht hatte) gebrauchte Ausdruck „Etioliren".

[31]) (S. 107.) In den grünen Blättern unterscheidet Goethe einen gelben und einen blauen Farbstoff, von denen der erstere der beständigere ist.

[32]) (S. 108.) Bis dahin hatte die Universität Jena nur einen medizinischen botanischen Garten, der jedoch völlig vernachlässigt war. Vergleiche Schleiden, Geschichte der Botanik in Jena, Leipzig 1859, und Hallier, der Großherzogl. Sächsische botanische Garten zu Jena, Leipzig 1864.

[33]) (S. 109.) Annalen 1817. Nach Schleidens Bericht sind diese Sammlungen später größtentheils zu Grunde gegangen und zerstreut worden, weil sich Niemand fand, der auch nur zu ihrer Erhaltung die Hand bieten mochte. So wenig Verständniß hatte jene Zeit für die Schöpfung Goethes. Jedenfalls haben die botanischen Institute, die botanischen Museen, die wir als akademische Anstalten der neuesten Zeit zu betrachten gewohnt sind, in Goethe ihren ersten Begründer zu verehren.

[34]) (S. 110.) „Es waren die schönsten Jahre meines Lebens, wo ich in Ihrer Nähe Ihres wohlthätig begeisternden Einflusses genoß" schreibt Goethe an A. v. Humboldt. Noch später bemerkt Goethe: „Was persönlicher Gedankenaustausch fördert, empfinde ich, wenn Männer wie A. von Humboldt hier durchkommen, und ich mich in dem, was ich suche und was mir zu wissen nöthig ist, in einem Tage weiter bringe, als ich sonst auf meinem einsamen Wege in Jahren nicht erreicht hätte." Eckermann II, 161. Die Divergenz der geologischen Anschauungen konnte keine dauernde Entfremdung der beiden Männer bewirken, wenn sich Goethe auch manchmal recht derb und scharf gegen die orthodoxen Plutoniker aussprach. Die Geschichte der Geologie hat übrigens Goethe Recht gegeben; Humboldts geologischer Standpunkt wird gegenwärtig von Niemand mehr getheilt.

[35]) (S. 110.) „Die Zeichnung sollte andeuten, daß es auch der Poesie wohl gelingen könne, den Schleier der Natur aufzuheben, und wenn Er es zugesteht, wer wird es leugnen?" Goethe, Naturw. Schriften, Weimar VI. S. 163. Vergl. auch A. v. Humboldts Brief an Goethe, Berlin, 6. Februar 1806: „Mein Freund Thorwaldsen in Rom, ein eben so großer Zeichner als Bildhauer, hat mir eine Vignette entworfen, welche auf die wundersame Eigenthümlichkeit Ihres Geistes, auf die in Ihnen vollbrachte Vereinigung von Dichtkunst, Philosophie und Naturkunde anspielt" (Goethe-Jahrbuch VIII. 1887. S. 85).

In Goethes Bibliothek, die in seinem Hause aufgestellt ist, befindet sich das von A. v. Humboldt überreichte Dedikationsexemplar des Band I seines Reisewerks (Tübingen, 1807), dem ein nach Thorwaldsens Zeichnung von R. J. Massard in Paris verfertigter Kupferstich vorgeheftet ist; am Grunde der Zeichnung steht, ebenfalls in Kupfer gestochen, die Widmung „an Goethe". Der Direktor des Goethe-Nationalmuseums im Goethehause, Geheimrath Dr. Ruland, dem wir obige Mittheilungen verdanken, hat in liebenswürdigster Bereitwilligkeit gestattet, daß von diesem Kupferstich für uns eine photographische Kopie angefertigt, und mit der Reproduktion derselben unserem Buche (S. 109) ein besonders werthvoller Schmuck verliehen wurde.

[36]) (S. 110.) Von Goethes botanischen Vorträgen ist im Goethe-Schiller-Archiv auf einem Folioblatt das eigenhändige Konzept für den 8. April 1807 erhalten; an diesem Tage sollten eine Anzahl Frühlingspflanzen, die vermuthlich

unter die Zuhörer vertheilt wurden, abgehandelt werden: Ornithogalum (Gagea) luteum, Goldstern; Galanthus nivalis, Schneetropfen; Leucojum vernum, Frühlingsglocke; Crocus vernus, Frühlingssafran; Helleborus foetidus; H. (Eranthis) hiemalis; H. viridis; Acer rubrum; Erica herbacea (carnea); Populus tremula; Taxus baccata; Thuja orientalis; bei jeder Pflanze sind kurze Notizen als Anhalt für den mündlichen Vortrag beigefügt.

[37]) (S. 110.) Das Tableau erschien 1813 im 43. Bande der „Allgemeinen geographischen Ephemeriden" herausgegeben von F. J. Bertuch, und wurde im selben Jahre in Paris nachgestochen. Vergl. S. Kalischer in: Goethes Werke, Hempel 33, S. 400, wo auch Goethes erläuternde „Erklärung" des Tableau abgedruckt ist.

[38]) (S. 111.) „Es hat sich in dem wissenschaftlichen Menschen zu allen Zeiten ein Trieb hervorgethan, die lebendigen Bildungen als solche zu erkennen, ihre äußeren sichtbaren greiflichen Theile zu erfassen, sie als Andeutungen des Innern aufzunehmen und so das Ganze in der Anschauung zu beherrschen . . . Man findet im Gange der Wissenschaft mehrere Versuche, eine Lehre zu gründen und auszubilden, welche wir die Morphologie nennen möchten. . . . Der Deutsche hat für den Komplex des Daseins eines wirklichen Wesens das Wort Gestalt (Morphe)."

Goethe's Naturw. Werke. Weimar II. Bd. VI. S. 8. 9.

[39]) (S. 111.) Hier, wie in allem Folgenden, sind der Darstellung, so weit als möglich, überall Goethes eigene Worte zu Grunde gelegt.

[40]) (S. 113.) Goethe hebt hervor, daß sich zwischen der Krone und den Staubwerkzeugen nicht selten Kreise von eigenthümlich verwandelten Organen finden (bei Aquilegia, Nigella, Parnassia, Passiflora u. a.), die Linné als Nektarien zusammengefaßt, die er selbst als „langsame Uebergänge zwischen Kronblättern und Staubgefäßen" richtig erkennt. Auch daß zwischen Laub- und Kelchblättern nicht selten ein langsamer Uebergang stattfindet, indem die erstern nach und nach kleiner werden und sich so „sachte in den Kelch gleichsam einschleichen", ist seinem Forscherblick nicht entgangen. „Daß die Kotyledonen meist gepaart, und bei Pinus sogar zahlreich in einem Kranz um eine Achse versammelt sind, auch wenn die folgenden Blätter oder Nadeln wechselweise stehen", wird „gleichsam als eine schon in der ersten Kindheit der Pflanze sichtbare Andeutung" der in der Blüthe eintretenden Vereinigung der Blätter in Kreisen aufgefaßt.

Wir bemerken hierbei, daß bereits die erste Ausgabe der „Metamorphose" einen nie verbesserten Schreib- oder Druckfehler enthält, indem sie §. 51 in den Nektarien „Uebergänge von den Kelchblättern zu den Staubgefäßen" erkennt, anstatt „von den Kronblättern," wie es in §. 58 richtig heißt. Ein anderer Druckfehler in §. 54 setzt Fevillea (statt Grevillea); der Fehler

in §. 34: „Folia floria“ (statt floralia) ist erst in der Weimarischen Ausgabe verbessert worden; dagegen enthält diese in den bisher ungedruckten botanischen Aufsätzen Goethes eine große Zahl sinnentstellender Fehler, die allerdings zum großen Theil bereits in dem von der Hand verschiedener Schreiber herrührenden Manuskripte sich vorfinden. Das sinnlose „Lathyrus furens“ statt „L. vernus“ kommt schon in dem ersten Abdruck der „Spiraltendenz“ von 1833 vor und ist seitdem in allen Ausgaben wiederholt worden.

[41]) (S. 114.) Goethe braucht hier das seltsame Bild: „Wie auf einer geistigen Leiter emporsteigend.“

[42]) (S. 114.) Daß die Gebilde der rückschreitenden Metamorphose nicht regellose Mißbildungen, Monstrositäten oder Naturspiele, sondern außergewöhnliche, abnorme, zum Theil durch zufällige äußere Ursachen herbeigeführte Bildungsabweichungen sind, welche das allgemeine Bildungsgesetz nicht aufheben, sondern im Gegentheil in der Ausnahme klarer erkennen lassen, ist ein besonders fruchtbringender Gedanke Goethes gewesen; mit Recht betont derselbe, daß bei der Vergleichung der Pflanzenfamilien sich Bildung und Mißbildung berühren. Vergl. Werke, Weimar II. VI. S. 173—186.

[43]) (S. 114.) Hauptsächlich ist nur alles das, was Goethe über den Bau, die Anastomose und die Funktion der Gefäße, über die Natur, Ernährung, Ausbildung und Verfeinerung der Säfte zur Erklärung der Metamorphose und Befruchtung herbeizieht, veraltet und nur dadurch verständlich, daß Goethe, trotz seiner mikroskopischen Studien, zu der Zeit, wo er seinen „Versuch der Metamorphose“ schrieb, von dem mikroskopischen Bau der Gewächse nur verwirrte Vorstellungen hatte, die sich wesentlich auf die Theorien von Hedwig, der damaligen Autorität auf dem Gebiete der Pflanzenanatomie, stützten.

Noch viel unrichtiger als die Goetheschen sind die Vorstellungen von C. F. Wolff über die anatomischen Verhältnisse, aus denen die Entwicklung der Pflanzen hervorgeht; er glaubt, daß die Anlagen der Blätter als Tropfen zäher, glashelle, nicht organisirter Flüssigkeit aus dem Vegetationspunkte des Stengels hervorgepreßt werden, die später erhärten und eine porös schaumige Beschaffenheit annehmen. Die Kenntniß von der wirklichen mikroskopischen Organisation der Pflanzen beginnt erst mit dem Jahre 1804, dem Geburtsjahr der modernen Pflanzenanatomie.

[44]) (S. 115.) Linné hatte angenommen, daß, wenn eine Pflanze blüht, sie die Blatttriebe von sechs aufeinander folgenden Jahren gewissermaßen auf einmal antizipirt oder vorausnimmt und unmittelbar hintereinander hervorbringt: und zwar erzeuge sie den Kelch aus der äußeren, die Krone aus der inneren Rinde, die Staubgefäße aus dem Holz, Fruchtknoten, Griffel und Same aber aus dem Mark. Dagegen wendet Goethe mit richtigem Blick ein, daß das Holz ein durch Solideszenz zur Ruhe gebrachter (wir würden heute sagen, mechanischer),

wenn gleich dauernder, doch der Lebenswirkung abgestorbener Theil, und daher zur Hervorbringung lebendiger Pflanzentheile nicht geschickt sei. Dasselbe gelte von der äußeren Rinde (Borke). Ebenso wenig könne dem Mark die wichtige Funktion der Hervorbringung der weiblichen Organe zugeschrieben werden, da dieses vielmehr ein unwesentlicher, oft fehlender Theil der Pflanze sei.

[45]) (S. 115.) Wolff war in Breslau in den Jahren 1761 bis 1763 als Feldarzt im Feldlazareth angestellt, hatte jedoch, vom Lazarethdienst befreit, nur Vorlesungen über Anatomie zu halten, und zwar mit solchem Erfolge, daß daran nicht bloß die jungen Feldwundärzte, sondern auch bald alle Feld- und Stadtärzte Theil nahmen.

[46]) (S. 115.) Alfred Kirchhoff. Die Idee der Pflanzenmetamorphose bei Wolff und bei Goethe. Berlin, 1867. Vergl. auch Wigand: Kritik und Geschichte der Lehre von der Metamorphose der Pflanze. Marburg, 1846.

[47]) (S. 116.) Bei der Entwicklung der Pflanzen nahm Caspar Friedrich Wolff unter dem Mikroskop wahr, daß die Blätter als Anhangsgebilde oder Appendikulärorgane des Stengels an einem Vegetationspunkt hervortreten, daß sämmtliche Theile der Blüthe in der nämlichen Weise entstehen und wachsen wie die Blätter, daß sie von diesen in ihrer ersten Entwicklung nicht zu unterscheiden sind und erst in ihrer späteren Ausbildung sich zu verschiedenartigen Organen modifiziren.

Doch ist erst durch Goethe die wahre Bedeutung der Metamorphose aufgeschlossen worden. Indem C. F. Wolff nach der Ursache forschte, durch welche die Pflanze veranlaßt wird, an Stelle der gewöhnlichen Blätter die eigenthümlichen, scheinbar verschiedenen Blüthentheile zu bilden, glaubte er dieselbe in der allmählichen Abnahme der Vegetationskraft (vis vegetativa) zu finden, die in dem Maße sich vermindere, als die Vegetation länger fortgesetzt wird, und die endlich ganz verschwinde; Wolff faßte daher Blüthe und Frucht so auf, als seien sie durch die Verkümmerung aller Organe beim Schluß der Vegetation gebildet; der Same ist ihm eine Knospe, in der das Leben nach völliger Erschöpfung stillsteht, und die erst durch den konzentrirten Nahrungsstoff des Blüthenstaubs zu erneuter Vegetation belebt wird. Goethe dagegen hebt in seiner Kritik der Wolffschen Lehre mit Recht hervor, daß in der Blüthe die Blattorgane der Pflanze vielmehr ihre vollkommenste und wirksamste Metamorphose erreichen, „um den höchsten Punkt organischer Thätigkeit hervorzubringen, durch Zeugung und Geburt aus dem organischen Ganzen neue Individuen abzugliedern und abzulösen".

[48]) (S. 116.) Erst durch Goethes ausführliche und überaus anerkennende Mittheilungen haben die Botaniker von Wolffs Forschungen über Entwicklung der Pflanzen Kenntniß erhalten; ihm verdanken wir nicht bloß die ausführliche Darstellung seiner Lehre, sondern auch die einzigen Nachrichten über sein Leben. (Morphologie 1817. I. S. 80. Werke Weimar II. VI. 149.) Eine Ergänzung

geben die biographischen Mittheilungen von Mursinna, einem früheren Amanuensis von Wolff (Morphologie, S. 252). C. F. Wolff bearbeitete seine lateinische Doktordissertation auch in deutscher Sprache unter dem Titel: Theorie von der Generation. Berlin, 1764.

[49]) (S. 117.) Die neuen Publikationen in der Weimarischen Ausgabe von Goethes Werken gewähren einen Einblick in die allmählich immer klarer und tiefer sich ausgestaltenden Ideen Goethes über die morphologischen Bildungsgesetze der Organismen, und insbesondere der Pflanzen, von den ersten Notizen während der italienischen Reise, die durch flüchtige Zeichnungen erläutert wurden (Bd. VIII Parolipomena. S. 271—288) und den als „Vorarbeiten zur Morphologie" bezeichneten Entwürfen (VII. S. 7—20) bis zu den Fragmenten, die als „spezielle Ausführungen und Beweisstücke für die einzelnen Paragraphen der Metamorphose" dienen sollen (VI. S. 323—349) und den gedankenreichen Aphorismen aus den letzten Lebensjahren (VI. S. 345—361). Eine kritische Analyse aller dieser Arbeiten würde den Plan dieses Buches überschreiten, wünschenswerth wäre es, dieselben dem botanischen Publikum durch einen Neudruck zugänglicher zu machen, der die vielen Druck- und Lesefehler berichtigen und wohl auch an der Anordnung manches richtiger stellen würde.

[50]) (S. 119.) Wie aus obiger Darstellung erhellt, stellt sich Goethe die Entwicklung der Pflanze in ganz anderer Weise vor, als Caspar Friedrich Wolff. Dieser betrachtete den Stengel als ein selbstständiges Elementarorgan, als Achse, welche an ihrem Scheitel, dem Vegetationspunkte, die Blattanlagen als Anhangsgebilde nacheinander hervorsprossen läßt. Goethe dagegen faßt als Grundorgan der Pflanze das Blatt mit dem dazu gehörigen Stengelgliede; er schreibt demselben einen lebendigen Punkt zu, der an seinem Scheitel, dem Knoten, ein neues Blatt hervorbringt; daher ist ihm der Stengel kein selbstständiges Organ, er wird durch die organische Verbindung der auseinander hervorgesproßten Glieder gebildet. Wir müssen zugestehen, daß die mit vervollkommneten Mikroskopen in den letzten Jahrzehnten gemachten Beobachtungen der Wolffschen Auffassung Recht gegeben haben; doch giebt es zahlreiche Gewächse, wo wirklich der scheinbar einfache Stengel in Wahrheit aus einer Kette auseinander hervorgesproßter Glieder sich zusammensetzt; so ist's bei der Linde, der Rüster, der Weinrebe und zahlreichen ober- und unterirdischen Achsen, denen wir einen Kettenstamm (Sympodium) zuschreiben.

[51]) (S. 120.) Schon Helmholtz hat in einem Nachtrag zu dem zweiten Abdruck seiner Abhandlung über Goethes Stellung zu den Naturwissenschaften auf das Verhältniß Goethes zu Darwin hingewiesen. Vergl. auch den Vortrag von Helmholtz bei der Generalversammlung der Goethe-Gesellschaft 1892: „Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen." Deutsche Rundschau LXXII. S. 115. Juli 1892. Den Kernpunkt der Darwinschen Lehre, daß die

äußeren Lebensbedingungen erst im Laufe vieler Generationen durch natürliche Auslese die Umwandlung der Arten herbeiführen, finde ich bei Goethe nicht ausgesprochen.

[52]) (S. 121.) Düntzer, der die Genauigkeit des Goetheschen Berichts in Frage stellt, verlegt das Gespräch in einen etwas früheren Zeitpunkt: Goethe-Jahrbuch II, 168.

[53]) (S. 121.) „Die Akotyledonen (Kryptogamen) ließ ich liegen, betrachtete sie nur, wenn sie sich einer entschiedenen Gestalt näherten." Goethe, Werke Weimar, II. VI. S. 170.

[54]) (S. 122.) Goethe schreckt selbst vor dem Gedanken der Abstammung alles Lebendigen aus einem gemeinsamen „Lebenspunkt" nicht zurück. „Wenn man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden ... Ob diese ersten Anfänge, nach beiden Seiten determinabel, durch Licht zur Pflanze, durch Finsterniß zum Thier hinüberzuführen sind, getrauen wir uns nicht zu entscheiden, ob es gleich hierüber an Bemerkungen und Analogien nicht fehlt." Goethes Werke. Weimar II. VI. S. 13. Den Kampf ums Dasein schildert eine Stelle in Goethe's Pandora:

Denn solches Loos den Menschen wie den Thieren ward,
Daß eins dem andern — einzeln oder auch geschaart —
Sich widersetzt, sich hassend aneinander drängt,
Bis eins dem andern Uebermacht bethätigte.

[55]) (S. 122.) Goethe war zu dieser Auffassung durch Schelver veranlaßt worden, der als Nachfolger von Batsch unter seiner Leitung eine Zeitlang den Botanischen Garten in Jena verwaltet hatte, später nach Heidelberg berufen wurde, und dessen trauriges Schicksal sein Schwiegersohn Gervinus in seiner Autobiographie berichtet. Schelver hatte die Lehre von der Sexualität der Pflanzen bestritten und behauptet, der Blüthenstaub enthalte nicht das befruchtende Element der Pflanze, sondern stelle eine Absonderung der geringeren gemeineren Stoffe, also eine Selbstreinigung der in der Blüthe zur höchsten Veredlung fortgeschrittenen Pflanzenmetamorphose dar. Obwohl Goethe später selbst anerkannte, daß „diese Grille eines Ultra in der Metamorphosenlehre beseitigt und zur Ruhe gewiesen sei", hielt er es doch für angemessen, die von ihm im Anschluß an diese Lehre gesammelten Beobachtungen (1820) zu veröffentlichen.

[56]) (S. 123.) Sehr eingehend sind die Angaben Goethes über den Honigthau, dessen Zusammenhang mit Blattläusen er bereits beobachtet; nach den neueren Forschungen von Büsgen (1891) ist die Zuckerflüssigkeit, welche die Blätter vieler Pflanzen im Freien, wie in der Zimmerkultur oft so reichlich überzieht, daß sie abtropft, eine Abscheidung der Blattläuse, welche aus den Blättern mit Hilfe ihres Rüssels nährenden Zellsaft saugen, und aus trompetenförmigem Organ am Hinterleib honigartige Flüssigkeit ausspritzen. Interessant sind auch die Goetheschen Beobachtungen über Wasserauspressung aus den Kerb-

zähnen der Blätter von Bryophyllum nach starkem Gießen, so wie bei Kleinia (Cacalia) articulata.

[57]) (S. 123.) Wir wissen jetzt, daß es sich in den meisten dieser Fälle um Schmarotzerpilze handelt, deren wurzelähnliches Mycel gewöhnlich im Innern der befallenen Nährpflanze wuchert, dann aber durch deren Oberhaut nach außen sich drängt und den feinen Sporenstaub in die Luft ausstreut. Vergl. S. 56. Der Kornbrand wird von einem Brandpilz (Tilletia Caries) erzeugt, der die Fruchtknoten des Weizens, an Stelle des verzehrten Gewebes, mit schwarzen Sporen ausfüllt. Der Maisbrand, dessen beulenartige Auswüchse Goethe kennt, stammt von dem Brandpilz Ustilago Maydis. Der Mehlstaub auf der Unterseite der Rosenblätter wird durch die staubfeinen Keimzellen eines Schimmelpilzes gebildet, der auswendig die Oberhaut derselben überspinnt: Erysiphe (Sphaerotheca) pannosa. Der Ruß des Hopfens, den Goethe in dem böhmischen Hopfendistrikt sorgfältig beobachtete und beschrieb (Werke, Weimar II. VII. 349), rührt von dem schwarzen Fadengespinnst eines Schimmelpilzes her, der sich gewöhnlich erst auf den honigartigen Ausscheidungen ausbreitet, mit denen Blattläuse die Blätter bespritzen: Capnodium salicinum (Cladosporium, Fumago). Daß die Kornfelder von den Berberizensträuchern mit Rost angesteckt werden, wurde von jeher von den Landwirthen beobachtet und schon am Anfang unseres Jahrhunderts durch den Berliner Botaniker Willdenow wissenschaftlich festgestellt; durch die Forschungen de Barys wissen wir seit 1865, daß nicht der Geruch der Berberizen, sondern die Sporen eines Rostpilzes mit kelchartiger Fruchtbildung (Aecidium Berberidis) es sind, die im Frühjahr von den Berberizen, in deren Blättern der Pilz wuchert, ausgestreut werden; wenn die Sporen auf die jungen Getreidepflanzen anfliegen, so nisten sie sich in deren Innengewebe ein und entwickeln sich in epidemischer Verbreitung als Grasrostpilze (Puccinia graminis) auf den Halmen, Blättern, Spelzen weiter.

[58]) (S. 123.) Goethes Beobachtung über das Verstäuben der Fliegen habe ich zuerst im Jahre 1853 wissenschaftlich ins Klare gestellt und auf die Entwicklung eines parasitischen Pilzes im Innern des Fliegenleibes zurückgeführt, dem ich den Namen Empusa Muscae gegeben habe; seine Fäden verzehren die Eingeweide des Thierchens, so daß der Leib ganz und gar von ihnen ausgestopft wird; alsdann bohren sie sich durch die weiche Haut der Hinterleibsringe nach außen und schleudern ihre glockenförmigen Sporen weit umher, so daß die durch den Pilz getödtete Fliege von einem weiten Staubhof von Sporen rings umgeben ist. Brefeld hat 1883 beobachtet, daß, wenn die abgeschleuderten Sporen auf lebende Fliegen fallen, ihre Keimschläuche durch die Haut ins Innere des Leibes eindringen. Das strahlige Auswachsen der im Wasser befindlichen Fliegen wurde schon 1823 und 1831 von Meyen und Nees auf einen Wasserschimmel, Achlya prolifera, zurückgeführt.

[59]) (S. 124.) Leben und Verdienste des Doktor Joachim Jungius: Goethes Werke, Weimar II. Bd. VII. S. 105; ein unvollständiger Abdruck in Guhrauer, Joachim Jungius und seine Zeit. 1850.

[60]) (S. 124.) Goethea cauliflora und semperflorens. Der Baum hat immergrüne lorbeerartige Blätter und prachtvolle Malvaceenblüthen.

[61]) (S. 125.) Nees an Goethe 14. Juli 1822 und 5. April 1823. „Die schöne Auslegung, die Sie der zugeeigneten Pflanze gegeben, erhöht den Werth der Gabe", bemerkt Goethe in seinem Dankschreiben an Nees (24. April 1823).

[62]) (S. 125.) Essai sur la métamorphose des plantes par J. W. de Goethe, traduit par Frédéric Soret et suivi de notes historiques; Stuttgart 1831. Soret war als Erzieher des jetzt regierenden Großherzogs Karl Alexander nach Weimar berufen worden. Eine französische Uebersetzung der Metamorphose war schon 1829 von Frédéric de Gingin-Lassaras zu Genf gedruckt worden; 1842 erschien von ihr eine italienische, 1863 eine englische Uebersetzung. Eine dritte französische Uebersetzung der Metamorphose und der übrigen naturwissenschaftlichen Schriften veröffentlichte Charles Martins 1837 in Genf und Paris; sie ist begleitet von einem Atlas in Folio, in dem drei Kupfertafeln zur Erläuterung der Metamorphose von dem Pariser Akademiker P. J. F. Turpin gezeichnet sind. Turpin, „ein vorzüglicher Zeichner und kenntnißreicher Botaniker", entsprach dadurch einem von Goethe selbst ausgesprochenen Wunsche (Goethes naturwissenschaftliche Werke, Weimar, II. Bd. 6. S. 265); doch würde Goethe schwerlich in Turpins Tafel III, die das „végétal type, idéal" darstellen soll, eine Verkörperung seiner „Urpflanze" anerkannt haben; die 35 cm lange Figur, die Turpin schon 1806, ehe er noch Goethes Schriften kannte, auf San Domingo entworfen und bald darauf in Paris ausgeführt hat, zeigt uns ein Monstrum, das aus den Blättern, Blüthen und Früchten aller möglichen Pflanzen zusammengesetzt, gleichzeitig die Knollen der Kartoffel, die in die Erde sich einbohrenden Früchte der Erdmandel, die Dornen der Stachelbeere, die Ranken des Weinstocks und der Erbse, das Laub der Akazie, der Rübe und des Farnkrauts, die Blüthe der Orange, des Tabak und des Akelei und noch eine Menge Theile anderer Pflanzenarten zeigt. Taf. IV und V bringen dagegen gute Abbildungen von interessanten Monstrositäten, insbesondere von einer durchwachsenen proliferirenden Rose.

[63]) (S. 126.) Die Vorträge von Martius wurden in der von Oken herausgegebenen naturwissenschaftlichen Zeitschrift Isis, 1828, S. 522 und 1829, S. 333 bekannt gemacht; sie enthalten viele, seitdem in der Wissenschaft eingebürgerte Anschauungen über die Morphologie der Blüthen, Isomerie und Anisomerie, Symmetrie, Asymmetrie und Reduktion; seine Blüthenformeln für die Familien sind indeß gegenwärtig durch einfachere ersetzt worden. Die Ausbildung der Lehre von der Spiralstellung für die Blätter im Allgemeinen wurde erst 1830 durch

Alexander Braun (in seiner Abhandlung über den Tannzapfen) und 1835 durch Karl Schimper (Beschreibung des Symphytum Zeyherie) vollendet.

[64]) (S. 126.) **Lathyrus vernus und nicht Lathyrus furens, wie in allen Ausgaben gedruckt steht;** vergl. Erläuterung 42.

[65]) (S. 127.) Goethe hat meines Wissens zuerst auf die Torsion der Holzfasern bei älteren Bäumen aufmerksam gemacht und giebt namentlich auch über deren Beziehungen zur technischen Verwerthung der Hölzer interessante Mittheilungen, wobei er die Erfahrungen der Förster, Böttcher, Zimmerleute zu Grunde legt.

[66]) (S. 127.) Unstreitig liegt den Goetheschen Betrachtungen über die Spiraltendenz ein richtiger Grundgedanke unter, wenn derselbe auch nicht zur Klarheit durchgearbeitet ist. Denn in der That geschieht das Wachsthum der meisten Pflanzenorgane in geradliniger Richtung, während gleichzeitig theils in ihrer Stellung theils in ihrer Ausgestaltung, theils in der Anordnung ihrer Gewebe, insbesondere der Holzfasern, und selbst im Bau der Zellen vielfach schraubenförmige Umläufe sichtbar sind. Goethe begnügte sich mit der Aneinanderreihung derartiger Beobachtungen, von denen nicht wenige von ihm zuerst gemacht sind, ohne nach den mechanischen Ursachen zu forschen, die freilich auch heutzutage nur in einzelnen Fällen klar gelegt sind. Offenbar ist aber die ganze Arbeit über die Spiraltendenz, die sich in der Niederschrift vom Herbst 1831 als bloße aphoristische Vorarbeit bezeichnet, und erst nach Goethes Tode in den Nachgelassenen Werken 1833 veröffentlicht wurde, nicht in ausgereifte, druckfertige Form gebracht; in der von Goethe selbst redigirten Fassung, die der Soretschen Uebersetzung der Metamorphose angehängt ist, sind die „mystischen Spekulationen" weggelassen; Goethe verdient daher nicht den Spott, mit dem neuere Kritiker ihn belegt haben.

[67]) (S. 128.) Charles Darwin: Das Bewegungsvermögen der Pflanzen (**The power of movement in plants**), London 1880. Darwin bezeichnet die schraubigen Bewegungen, die er bei fast allen wachsenden Pflanzenorganen nachgewiesen hat, als circummutation.

[68]) (S. 131.) Ein neuerer ausgezeichneter Botaniker, Wilhelm Schimper in Bonn, beobachtete auf einer Insel der Antillen, daß Bryophyllum calycinum bei jeder Erschüttrung seine fleischigen Fiederblättchen zu Boden schleudert, aus deren Kerben nach wenig Tagen neue Pflänzchen sich massenhaft entwickeln. Die Eingebornen geben ihr deshalb den Namen: Lebensblatt oder Lebenspflanze (plant oder leaf of life). Uebrigens vermehrt sich auch unser gemeines Wiesenschaumkraut (Cardamine pratensis) spontan aus den abgelösten Fiederblättchen, aus denen junge Pflänzchen hervorsprossen. Künstlich aus Blattstecklingen werden von den Gärtnern eine große Menge von Pflanzen vermehrt.

[69]) (S. 132.) Schon am 26. August 1820 schrieb Nees an Goethe:

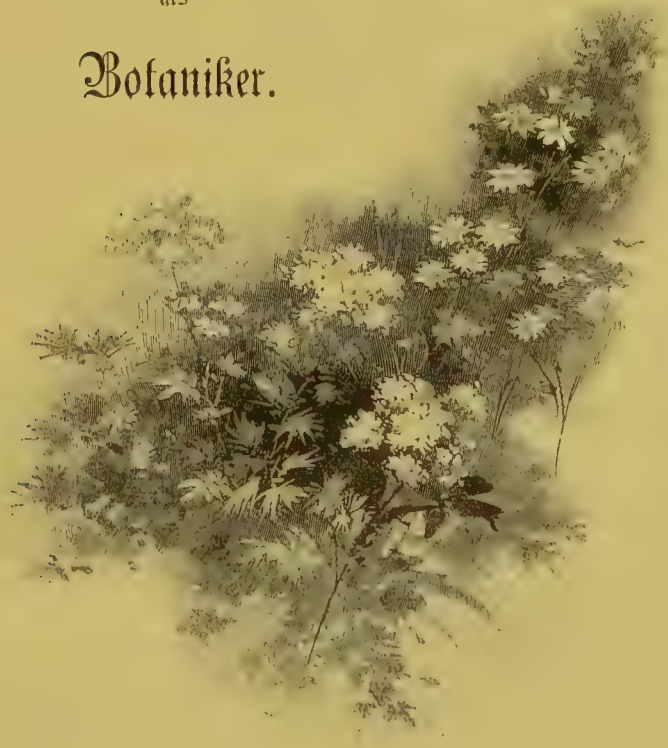
Möchten Sie bei dem durch Sie empfohlenen Bryophyllum meiner gedenken, die Pflanze ist glücklich, sie bekommt eine Geschichte . . . Die Weimarische Ausgabe enthält aus dem Goetheschen Nachlaß einen ausführlichen, an interessanten Beobachtungen reichen Aufsatz über Bryophyllum calycinum Bd. VI. S. 137.

[70]) (S. 132.) Goethes Briefwechsel mit Marianne von Willemer, herausgegeben von Creizenach. S. 259.

Jean Jacques Rousseau

als

Botaniker.



Jean Jacques Rousseau
als
Botaniker. [1]

I.

Von allen Seen des Alpengebiets kommt keiner dem Genfer gleich, nicht bloß in der wunderbaren Färbung der Gewässer, die vom zartesten Pfauenblau bis in das tiefste Indigoblau spielen; keiner vereinigt auch so reizvolle Kontraste in seinen Uferlandschaften. Denn während das Haupt des Sees in der Felsenspalte ruht, in der sich der Rhone zwischen den gewaltigsten Eisgebirgen Europas sein Bett eingeschnitten, lehnt sein Fuß an die gartenähnlichen Gehänge des Jura, wo die Stadt Genf — stolz auf eine ruhmreiche Vergangenheit und eine glänzende Verjüngung — wie der Edelstein am Reife sich spiegelt. Und während zur Linken über einsamen Ortschaften, die nur selten der Fremde betritt, düster und

schroff ausgezackt die Kette der Savoyer Alpen aufsteigt, reiht sich um den schön geschwungenen Bogen zur Rechten eine Perlenschnur heiterer Villenstädte, durch die ununterbrochen ein kosmopolitischer Strom von Reisenden fluthet, in deren Zaubergärten während der letzten Jahrzehnte die Ceder vom Libanon und die kalifornische Wellingtonie, die Cypresse, der Laurustin und selbst die chinesische Fächerpalme sich angesiedelt haben; und über ihnen erheben sich die Rebenpflanzungen, höher hinauf die lichten Haine der Edelkastanien, dann die dunklen Nadelwälder und die blumenreichen Alpenwiesen des Waadtlandes. Jahrtausende freilich blieb dieses Paradies, gleich einem ungeschliffenen Diamant, unbeachtet und verborgen; kaum eine Spur blieb zurück von den Zügen der Helvetier und Römer, der Alemannen, Burgunder und Sarazenen, und wie all' die Völker heißen, die auf der alten Römerstraße oberhalb des Sees über die firngepanzerten Pässe des Oberwallis nach Wälschland zogen. Erst im Zeitalter der Reformation tritt uns hier eine weltgeschichtliche Gestalt entgegen: Calvin, der Lykurg von Genf, der mit terroristischer Gewaltsamkeit den Charakter des leichtlebigen Völkchens nach seinem Bilde umprägt, puritanische Sittenstrenge mit humanistischer Wissenschaftspflege verbindend. Aber erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts tritt das „Pays de Vaud" mit einem Male in das volle Tageslicht der Geschichte; große Schriftsteller machen es zum Ausgangspunkte geistiger Bewegungen, die, über ganz Europa sich fortpflanzend, die Welt erschüttern und eine neue Zeit vorbereiten. Die Reihe eröffnet Albrecht von Haller, der Berner Patrizier, der 1729, ein zwanzigjähriger Jüngling, die Alpen zum ersten Male als Gegenstand einer Dichtung erwählt, dann, 1737 nach Göttingen berufen, sechzehn Jahre lang an der neu gegründeten „Georgia Augusta" die Professuren der Medizin und Chirurgie, der Anatomie, Physiologie und Botanik mit gleichem Erfolge vertritt; 1753 in die Heimath zurückkehrend, nimmt er als Berner Amtmann an der Verwaltung des unterworfenen Waadtlandes regsten Antheil, reformirt die Akademie

von Lausanne, leitet die Salinen von Bex und Aigle, schlichtet kirchliche und bürgerliche Zwiste, während er gleichzeitig Oden und Lieder, politische Romane und eine fast unabsehbare Reihe bedeutender Werke über Botanik, Medizin und Physiologie, voll tiefer Gelehrsamkeit, gründlicher Beobachtung und Experimentirkunst vollendet — der glänzendste Repräsentant der konservativen, streng kirchlichen Aristokratie der alten Schweizer Republiken. Um dieselbe

Schloß Chillon.

Zeit arbeitet Edward Gibbon in Lausanne im Angesicht der Alpen an seiner großen „Geschichte des Verfalls und Untergangs des Römischen Reichs", die er zwanzig Jahre später auf dem Kapitol im Angesicht des Forum romanum vollendet, und in der er mit „großem Sinn und weitem Blick", aber auch mit feiner Ironie den Nachweis führt, wie kirchliche Unduldsamkeit das für die Ewigkeit errichtete Gebäude eines Weltreichs zerbröckeln und zum Einsturz bringen kann. Alle Zeitgenossen aber überstrahlt an genialer Begabung und kulturgeschichtlicher Bedeutsamkeit jenes Doppelgestirn der beiden Männer, von denen der Eine ein Kind dieses Landes,

an dem seine ganze Seele hängt, und dessen Schönheit er zuerst dem übrigen Europa enthüllt, doch bis an sein Lebensende glücklos und heimathlos umhergeschleudert wird, — der Andere, nach einem bewegten Schriftstellerleben, den Löwentatzen seines königlichen Freundes glücklich entronnen, an den Ufern dieses Sees ein Asyl und bald darauf einen bleibenden Ruhesitz findet, wo er, wie Faust im zweiten Theil seines Lebens, als Gebieter und Wohlthäter eines kleinen Völkchens, auf selbstgeschaffenem Boden an steter Arbeit und dem Genuß des Augenblicks sich erfreut. Ich meine den „Patriarchen von Ferney", Franz Maria Arouet, genannt Voltaire, und den „Bürger von Genf", Jean Jacques Rousseau.

David Strauß bemerkt in der ersten seiner klassischen Vorlesungen über Voltaire, indem er einen bekannten Ausspruch von Goethe ergänzt, „wir können Voltaire ebenso den höchsten französischen, als den Schriftsteller des achtzehnten Jahrhunderts im höchsten Sinne nennen; denn in ihm habe sich das Jahrhundert mit seinen sämmtlichen Verdiensten und Untugenden zusammengefaßt. Während im siebzehnten Jahrhundert in Holland und England die Grundsteine moderner Staats- und Denkweise gelegt worden, seien aus England zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts durch versprengte Engländer, wie Lord Bolingbroke, und England bereisende Franzosen, wie Montesquieu und Voltaire, die Funken des neuen Lichtes gebracht worden, das bald hernach, ganz besonders durch Voltaires Bemühungen, von Frankreich aus als das Licht des Jahrhunderts der Aufklärung die Welt erhellen sollte." David Strauß läßt dabei außer Acht, daß dieses Licht zwei Brennpunkte hatte: der eine war Voltaire, der andere J. J. Rousseau.

Die Namen Rousseau und Voltaire gehören untrennbar neben einander, wie wir die Kunstblüthe der italienischen Renaissance durch Raphael und Michelangelo, die Blüthe der deutschen Dichtung durch Schiller und Goethe bezeichnen. Das erkannte schon die Herzogin Amalia, die Mutter von Karl August, als sie im Ball-

saal ihres Wittwenpalais zu Weimar keinen anderen Schmuck aufstellte, als die Büsten von Voltaire und Rousseau.

Um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts war es aller Welt klar geworden, daß der tausendjährige Baum der französischen Monarchie, der im Zeitalter Ludwigs XIV. noch so glänzende Blüthen hervorgebracht, in Mark und Wurzel verfault sei: ein unbeschränkter Despot, der inmitten seines Serails Gut und Blut des Volkes schamlos verpraßte, — ein feudaler Adel, aller politischen Rechte beraubt, doch im Alleinbesitz aller Aemter und Ehrenstellen, im Genuß der feinsten Bildung und Geselligkeit, doch von tief verderbten Sitten, — ein Klerus, der den Glauben, den er selbst verloren, durch Ceremoniengepränge im Volke zu erhalten, jede freie Geistesregung aber durch Kerker und Verbannung, ja zu Zeiten selbst durch das Beil oder die Galeere niederzudrücken strebte, — endlich ein Volk, verachtet und ohne Bildung, das zum Helotenthum erniedrigt war.

Gegen diese durch und durch ungesunden Zustände ihrer Zeit begannen Voltaire und Rousseau gemeinsam den Vernichtungskampf mit gleichem Genie und gleichem Erfolg, doch mit verschiedenen Waffen. Voltaire richtete das verheerende Sprühfeuer seines Witzes vor Allem gegen die Kirche, die dem Volke den reinen Gottesglauben durch scholastische Dogmen und Mythen verleide; er ist der Vorkämpfer der religiösen Duldung, der Freiheit des Glaubens und der wissenschaftlichen Forschung; in politischer Hinsicht steht er selbst auf dem Boden des „ancien régime“; er verehrt das bourbonische Königthum und zieht den aufgeklärten Despotismus der Parlamentswirthschaft vor; dem Uebermuth des Adels, unter dem er früher viel zu leiden hatte, sucht er sich zu entwinden, indem er mit Hilfe des selbsterworbenen Reichthums sich selber zum „grand seigneur“ macht, doch seine feudalen Rechte gern zur Vertheidigung der Opfer des Fanatismus und zum Wohle seiner Unterthanen verwendet.

Rousseau dagegen richtet das schwere Geschütz seiner Beredsamkeit gegen die gesammten politischen Grundlagen seiner Zeit; er ist der Apostel des neuen Evangeliums von der Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit aller Menschen. Sein Ideal ist die Republik des alten Rom oder Sparta mit tugendhaften Helden, wie sie Plutarch geschildert; die Revolution von 1789 stellte sich die Aufgabe, dieses Ideal zu verwirklichen. In der That finden wir in Rousseaus Schriften bereits die Spuren aller Charakterzüge des späteren Konvents: jenes sich Berauschen an sophistischer Dialektik und pathetischer Deklamation, jenes sich Brüsten mit Tugend und Unschuld — Eigenschaften, die den Menschen zieren, der sie besitzt, die aber unerquicklich klingen, wenn er sie unaufhörlich selbst an sich rühmt. Aber wir begegnen auch jenem Widerspruch zwischen der in Worten zur Schau getragenen Humanität und ihrer Verleugnung in der That, jenem finsteren Verfolgungswahn, der überall Verrath und Verschwörung wittert, jenem tödtlichen Haß gegen Alle, die nicht gleicher Meinung sind, die zu lasterhaften Verbrechern und Ungeheuern gestempelt werden, und denen das Recht des Daseins abgesprochen wird.

Bekanntlich standen Voltaire und Rousseau, die doch unter gemeinschaftlicher Fahne gegen den nämlichen Feind kämpften, gegen einander in bitterster Feindschaft. David Strauß bemerkt: „Haß und Verkennung waren auf beiden Seiten gleich groß; um den Gegensatz ihrer Naturen und Richtungen zur erforderlichen Ergänzung aufzulösen, hätten Beide so edle Naturen sein müssen, wie Goethe und Schiller — und das war weder der Eine noch der Andere."

Daß dieses Urtheil auch Rousseau gegenüber sich bewahrheitet, dafür hat er selbst Beweise im Uebermaß in seinen „Confessions" herbeigebracht, jenem merkwürdigen Beispiel unbarmherziger Vivisektion, wie die Weltliteratur kein zweites besitzt: denn hier hat Rousseau alle, auch die geheimsten Fasern seiner ideal angelegten,

aber unharmonisch entwickelten und im Innersten kranken Seele bloßgelegt, und wir können bei aller Bewunderung für so manche seltene Schönheit, die uns gezeigt wird, doch eines unerfreulichen Gesammteindrucks uns nicht erwehren.[2])

Wie ist es nun gekommen, daß ein Mann, dessen Schwächen im Leben wie in seinen Schriften so offen zu Tage liegen, solch einen weltbewegenden Einfluß gewann, daß seine Worte von der hochgebildeten Aristokratie seiner Zeit, selbst von Königen und Kaiserinnen mit Bewunderung, wie die Offenbarungen eines Propheten, aufgenommen wurden, und daß wir noch heute, wenn wir auch weit kühler über seine schwärmerische Ueberschwänglichkeit, über seine utopischen Träumereien urtheilen, dem Zauber seiner Rede uns nicht entziehen können?

Ich meine, der Grund ist ein doppelter: erstens war Rousseau ein Genie. Was ein genialer Mensch spricht, schreibt oder thut, ist immer anders, vollkommener, ergreifender, als was wir anderen Menschen vermögen; ein Genie wird von seinen Anhängern angebetet, von seinen Gegnern bitter gehaßt; doch erzwingt es sich Bewunderung bei Feinden wie bei Freunden.

Und dann: die Sache, die Rousseau sein Leben lang mit seinem Herzblut unerschrocken und unermüdet vertheidigte, ist eine gute Sache gewesen; die Worte „Tugend und Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit" sind trotz des Mißbrauchs, der mit ihnen getrieben ward, kein leerer Schall; ihnen gehörte die Zukunft; und wenn wir heute in einem glücklicheren Zeitalter leben als vor einem Jahrhundert, so genießen wir die Frucht der schweren Kämpfe, in denen Rousseau vor allen Andern gestritten und gelitten hat.

Doch nicht dem Politiker Rousseau, noch dem Reformator der Jugenderziehung und der ganzen modernen Gesellschaft, auch nicht dem großen Seelenmaler glühender Liebesleidenschaft soll unsere heutige Betrachtung gelten. Wir wenden uns vielmehr zu einer anderen Seite seines Wesens, wo seine Natur sich in voller

Liebenswürdigkeit entfalten konnte, und wenn auch minder in die Augen fallend, doch bahnbrechend wie überall, noch bis auf den heutigen Tag erfreulich fortwirkt, ja noch immer nicht in ihrer vollen Bedeutsamkeit gewürdigt wird. Ich meine seine Liebe zur Natur, vor Allem zur Pflanzenwelt und zu ihrer Wissenschaft, der Botanik.

II.

Daß Rousseau für die Schönheit seiner heimathlichen Landschaften ein offenes Auge und die wärmste Empfänglichkeit besessen, daß er aber auch als der erste in der modernen Literatur einen völlig neuen, und zwar gleich einen vollendeten Ausdruck dafür gefunden hat, daß die Freude an der Natur, die den Menschen der Gegenwart vor dem der früheren Jahrhunderte bevorzugt und uns eine Quelle des reinsten Genusses geworden ist, in erster Linie auf die von Rousseau gegebenen Anregungen zurückreicht, wird allgemein zugestanden. Erich Schmidt hat in seinem schönen Buche „Richardson, Goethe, Rousseau" im Einzelnen nachgewiesen, wie Rousseau für die Entwickelung des Naturgefühls im achtzehnten Jahrhundert epochemachend gewesen, wie insbesondere Goethe von der „neuen Heloise" angeregt, im „Werther" ein noch naturwahreres, künstlerisch noch vollendeteres Gegenbild geschaffen hat, in dem er auch für die Natur des lieblichen Lahnthals tiefempfundene Worte hat. Dagegen möchten wir nicht zugeben, daß gerade die großartige Majestät des Hochgebirges durch Rousseau den Blicken der Zeitgenossen aufgeschlossen worden sei. Rousseaus Naturschilderungen bewegen sich doch fast ausschließlich im Vor- und Mittelgebirge; in die Gletscherwelt der eigentlichen Hochalpen scheint er sich niemals eingelebt zu haben, obwohl er jahrelang den Montblanc täglich vor Augen hatte; die flüchtigen Skizzen aus dem Oberwallis (in der Schilderung von St. Preux)[3]) entbehren

der plastischen Anschaulichkeit und der leuchtenden Farbenpracht, mit deren Hilfe er den See und seine Ufer, seine Haine und Felsschluchten in eine Glorie unvergänglicher Poesie zu tauchen weiß. Rousseau hat aber auch den größten Theil seines Lebens in freier Natur zugebracht; bis in sein spätes Alter war es seine Leidenschaft, einsam in Wald und Feld, über Berg und Thal umher zu wandern, nur mit seinen Beobachtungen, seinen Gedanken und seinen Träumen Zwiesprach haltend. Dabei war es ihm vergönnt, fast immer in schöner Landschaft seinen Wohnsitz aufzuschlagen, zumeist in der Umgebung des Genfersees oder in den benachbarten Gebirgsthälern Savoyens, der Dauphiné und des Jura; aber auch mit dem unteren Rhonethal von Lyon bis zur Provence, mit den anmuthigen Um-

gebungen von Paris und den moos- und farnbewachsenen Felsgehängen von Derbyshire wurde er innig vertraut. In seiner Jugend hatte er viele größere Reisen zu Fuß gemacht, „wie Thales, Plato und Pythagoras"; bis in sein spätestes Alter blieb er ein eifriger Spaziergänger; er suchte noch in seinem vierzigsten Lebensjahre Grimm und Diderot — freilich vergeblich — zu einer Fußreise durch ganz Italien zu bereden, wie sie 1801 Seume in seinem berühmten Spaziergang nach Syrakus wirklich ausgeführt hat.

Für Rousseau war das Einleben in die freie Natur nicht bloß eine Erquickung für Leib und Seele, es war ihm „Philosophie, Religion, Gottesdienst". Die Natur ist ihm die Schöpfung Gottes — rein und vollkommen, wie sie aus seiner Hand hervorgegangen, wo sie der Mensch nicht verdorben und verstümmelt hat. Darum waren ihm die Gärten seiner Zeit so in ganzer Seele verhaßt, wo die Bäume nach den Regeln Lenôtres zu schnurgeraden Hecken oder verkünstelten Figuren verschnitten wurden; in dem Garten seiner „Julie" schuf seine Phantasie ein Elysium, wo alle Schnörkel der Gartenkunst, selbst alle fremdländischen Bäume und Blumen verbannt sind; gefüllte Rosen verwirft er als verstümmelte Monstra; selbst die gepfropften Obstbäume sind ihm widernatürlich; nur die Bäume der heimathlichen Gebirgswälder, die Blumen des Feldes und der Matten sollten in ungehemmter Freiheit ihre natürliche Anmuth entfalten.[4]) Als Rousseau dann 1766 in England die großen Gartenanlagen des Adels kennen lernte, in denen dieses Ideal seine Verwirklichung zu finden schien, wurde er ein begeisterter Apostel des englischen Naturparks; und wenn zuerst seit 1760 in Frankreich, gleichzeitig aber auch in Deutschland und der ganzen übrigen Welt, an Stelle der altfranzösischen die modernen Landschaftsgärten getreten sind, so ist dies nicht zum kleinsten Theil der enthusiastischen Propaganda zu verdanken, die Rousseau für das Walten der freien Natur auch in den Gartenanlagen gemacht hat.[5]) Taine urtheilt mit Recht von Rousseau: „er habe den

Anblick des Sonnenaufgangs den Leuten aufgeschlossen, die nie vor Mittag aufgestanden waren, die Landschaft den Augen, die nur auf Paläste und Salons sich gerichtet hatten, den Naturpark der Gesellschaft, die immer nur zwischen geschorenen Heckenwänden und geradlinigten Rasenstreifen gewandelt war."

Rousseaus Naturschwärmerei, sein „s'énivrer des charmes de la nature", brachte bereits den Knaben in jene Katastrophe, die verhängnißvoll sein ganzes Leben bestimmte. Es war ein Sonntag des Jahres 1728, da er, in gewohnter Weise in der Landschaft umherstreifend, sich weiter als sonst von seiner Vaterstadt Genf entfernt hatte; „vor mir waren Gefilde, Bäume, Blumen; dieser schöne See, diese Hügelgelände, diese Hochgebirge entfalteten sich majestätisch vor meinen Augen. Ich weidete mich an dem schönen Schauspiel, da die Sonne zur Rüste ging. Endlich bemerkte ich es, aber zu spät — die Thore der Stadt waren geschlossen." [6]) — Es war das dritte Mal, daß ihm dies passirte; die beiden früheren Male hatten ihm harte Züchtigung von seinem Lehrmeister, bei dem er die Graviekunst erlernen sollte, zugezogen; diesmal wollte er es nicht mehr darauf ankommen lassen; er entfloh in das benachbarte Gebiet von Savoyen. Calvinistische Ueberläufer wurden dort von der katholischen Propaganda mit offenen Armen aufgenommen; der junge Rousseau wurde vorläufig bei Frau von Warens in Annecy untergebracht, dann in einem Kloster in Turin zum Übertritt vorbereitet; bald darauf wurde der sechzehnjährige Knabe in S. Spirito in den Schoß der katholischen Kirche feierlich aufgenommen. Durch den Uebertritt hatte Rousseau sein Genfer Bürgerrecht verloren, die gehoffte Versorgung aber nicht erhalten; nachdem er vier Jahre hindurch abenteuernd in der Schweiz und Südfrankreich umhergeschweift, kehrte er zu Frau von Warens zurück, die inzwischen ihren Wohnsitz nach Chambery, der Hauptstadt von Savoyen, verlegt hatte. Frau von Warens war als ganz junge Frau in einer leichtsinnigen Stunde ihrem Gatten in Vevey ent-

laufen, in der Nacht quer über den See nach Evian gefahren, hatte sich hier dem König Victor Amadeus von Sardinien zu Füßen geworfen und von ihm nach ihrem Uebertritt zum Katholicismus eine Pension von 2000 Francs erhalten. Rousseaus Mutter war gleich nach seiner Geburt gestorben; dem verlassenen Knaben ersetzte nun Frau von Warens die Mutter; sie ließ sich seine Erziehung angelegen sein; als er zum Jüngling heranreifte, wurde sie ihm eine Geliebte, deren Anmuth, Bildung und Herzensgüte seine schwärmerische Verehrung fesselten. Acht Jahre verweilte er in ihrem Hause, im Winter in der Stadt, im Sommer auf einem Landsitz, Les Charmettes, ganz in der Nähe; es war die glücklichste Zeit seines Lebens. Bei Frau von Warens trat Rousseau auch zum ersten Male der Botanik näher, freilich in wenig sympathischer Gestalt. Unter Botanik verstand man damals die Kenntniß gewisser Kräuter, aus denen die Apotheker ihre Tränke brauten; außerdem vererbten sich in den Familien geheime Rezepte zur Bereitung eines besonders heilsamen Kräutertees, und auch die Klöster waren im Besitz von Geheimmitteln, die sie in Gestalt von Liqueuren, Balsamen und Elixiren aus allerhand Pflanzen zu bereiten verstanden.

Auch Frau von Warens betrieb in Chambery ein Geschäft mit heilsamen Alpenkräutern und medizinischen Geheimmitteln; sie hatte einen jungen Landsmann zum Kammerdiener, der ursprünglich Herborist, oder wie wir in Deutschland sagen, medizinischer Laborant gewesen und das Rezept zur Bereitung des berühmten Schweizer Thees besaß; er war dann, wie sie selbst, nach Savoyen geflüchtet und konvertirt; mit seiner Hilfe legte sie in ihrem Hause ein Laboratorium und einen kleinen Garten mit Arzneipflanzen an; sie betrieb selbst mit Eifer den Plan, in Chambery eine medizinische Schule mit einem botanischen Garten ins Leben zu rufen, an dem ihr Schützling als Professor, oder wie man damals sagte, als Demonstrator angestellt werden sollte; nur der frühe Tod des

jungen Mannes an einer Lungenentzündung, die er sich auf einer Exkursion ins hohe Gebirge beim Sammeln des bekannten „Iva" (Achillea moschata) geholt, verhinderte die Ausführung. Für Rousseau war es ein widerwärtiger Gedanke, daß die blühenden Kinder der Natur, die er so schwärmerisch liebte, zu nichts Besserem gebraucht wurden, als im Mörser zerstampft oder in Töpfen und Retorten ausgekocht zu werden. Er behielt sein Leben lang einen Widerwillen gegen die „Apothekerwissenschaft" und ließ an ihr seinen Spott aus, wie ihn zweitausend Jahre vorher in Athen der Begründer der wissenschaftlichen Botanik, Theophrastos, über die Wurzelgräber und Kräuterhändler seiner Zeit ausgesprochen hatte. [7])

Dennoch waren die Anregungen, die Rousseau im Laboratorium der Frau von Warens und beim Kräutersammeln im Gebirge erhalten, nicht verloren. Im Jahre 1762, als Rousseau bereits tiefer in den Geist der wissenschaftlichen Botanik eingedrungen war, unternahm er mit seinem Freunde Dupeyrou, dem Erbauer des reizenden Rokokohôtel in Neuchatel, das die Stadt jetzt in ein Museum umgewandelt hat, eine botanische Exkursion auf einen aussichtsreichen Berg bei Cressier zwischen Neuchateler und Bieler See. Im Gebüsch umherschauend, stößt Rousseau plötzlich einen Freudenschrei aus: „Ah voilà de la pervenche." Achtzehn Jahre waren vergangen seit dem Tage, wo er zum ersten Male mit Frau von Warens von Chambery nach den Charmettes gezogen — sie in der Sänfte, er neben ihr zu Fuß; da die Träger auf der steilen Straße ermüdeten, war sie ausgestiegen, den Rest des Weges zu Fuß zu machen; da erblickte sie im Gebüsch eine blaue Blume, die aus dunklen Laubblättern hervorschaute; es war ein Immergrün, Vinca minor, das auch in unseren Laubwäldern, wenngleich selten blühend, angetroffen wird; sie zeigte die Blume Rousseau: „Ah! voilà de la pervenche encore en fleurs!" [8]) Damals hatte Rousseau die Pervenche kaum beachtet; seit jener Zeit hatte er sie nicht wiedergesehen; nun erweckte der Anblick mit einem Mal all die vergessenen

Erinnerungen an die kurzen, aber glücklichen Momente seines Lebens — die einzigen, wie er klagt, wo er das Recht hatte, zu sagen: „Auch ich habe gelebt."

Rousseau hat die Pervenche berühmt gemacht; als die Geschichte in den „Confessions" im Druck erschien, drängten sich die Pariser nach dem Jardin des Plantes, oder wie er damals hieß: dem Jardin du Roy; alle Welt wollte die blaue Blume der Liebeserinnerung bewundern. Dante sagt:

. . . . nessun maggior dolore
Che il ricordarsi del tempo felice
Nella miseria . . . .

Rousseau mußte die Erinnerung an sein verlorenes Glück um so schmerzvoller empfinden, als er sich gerade damals in höchstem Maße unglücklich fühlte. In der Waldeinsamkeit der Einsiedelei von Montmorency waren seine sozial-politischen Ideen gereift, der Liebesroman mit der Gräfin Houdetot hatte seine Phantasie befruchtet; er konnte nun mit einer ganzen Reihe hochbedeutender Werke ans Licht treten; 1761 erschien „La nouvelle Héloise", das Jahr darauf der „Contrat social" und „Emile". Nun breitete sein Ruhm sich über ganz Europa aus, aber noch lauteres Geschrei erhoben seine literarischen, seine politischen und klerikalen Feinde; das Parlament ließ sofort den „Emile" durch den Henker verbrennen und bedrohte den Verfasser mit der Einkerkerung. Rousseau flüchtete nach der Schweiz; aber auch der Rath von Genf, wo er 1752 durch Rücktritt zur protestantischen Kirche sein Bürgerrecht wieder geltend gemacht hatte, befahl die Verbrennung der Rousseauschen Schriften; der Kanton Bern, zu dem Waadtland gehörte, versagte dem Geächteten ein Asyl; da bot Friedrich der Große

durch den Gouverneur von Neuchatel, Lord Marischal, den Bruder seines bei Hochkirch gefallenen Generals und Freundes Keith, seinen Schutz an.[9]) Rousseau ließ sich in Folge dessen im Neuchateler Jura, in Motiers-Travers, einem Uhrmacherdorfe des romantischen Val de Travers, nieder, wo eine entfernte Verwandte, Frau Boy de la Tour, die an einen Schweizer Kaufmann in Lyon verheirathet war, ein Landhaus zur Sommerfrische besaß. Von hier aus erließ er 1764 seine berühmten „Briefe vom Berge", wo er gegenüber seinen geistlichen Verfolgern, dem Erzbischof von Paris und dem Konsistorium von Genf, die Sache der Glaubensfreiheit auf den Schild hob. Diese rächten sich, indem sie den Pöbel des Dorfes gegen Rousseau hetzten; sein Haus wurde von den wüthenden Bauern mit Steinen beworfen; er selbst flüchtete im September 1765 bei Nacht und Nebel; erst auf der Petersinsel, die inmitten des Bieler Sees ihr waldiges Haupt erhebt, fand er auf kurze Zeit ein Asyl. Doch auch hier wollte der orthodoxe Rath von Bern Rousseau nicht dulden; in der Schweiz war nun seines Bleibens nicht mehr; er floh nach Straßburg, unschlüssig, ob er der Einladung Friedrichs des Großen nach Potsdam Folge leisten solle. Doch das freie England schien ihm eine sicherere Zufluchtsstätte; er nahm die durch den schottischen Philosophen und Geschichtschreiber David Hume angebotene Gastfreundschaft an und siedelte im März 1766 nach Wootton-Hall in Derbyshire über. In der steten Aufregung begann das Gemüth des gehetzten Mannes sich zu verdüstern; die Ueberreizung seiner leicht erregbaren Phantasie schuf beängstigende Wahnvorstellungen; überall erblickte er grimmige Feinde, die sich zu seinem Untergang verschworen; selbst hinter den Liebesbeweisen, mit denen ihn die Bewunderer seiner Schriften überhäuften, witterte er Verrath; der Selbstmord erschien ihm als die einzige Erlösung; er fühlte sich grenzenlos elend. Da suchte er aus der verrotteten Gesellschaft Zuflucht bei der reinen Natur, von den Menschen rettete er sich zu den Pflanzen. Er hatte sie immer geliebt; nun

bemühte er sich um ihre vertraute Bekanntschaft. Aber diese ist dem ungeschulten Dilettanten nicht leicht gemacht; selbst um ihren bloßen Namen zu erfahren, bedarf es auch hier der Vorstellung und Einführung durch einen Freund oder Lehrer, der sie schon früher kennen gelernt. Aber Rousseau läßt sich nicht abschrecken; ein pflanzenkundiger Arzt aus Neuchatel, Dr. d' Ivernois, mit dem er in Motiers sich befreundet hatte, giebt ihm die erste „teinture de botanique"; er selbst spart weder Mühe noch Kosten, um in den Besitz aller botanischen Bücher zu kommen, die nur irgend erreichbar sind; er scheut selbst nicht vor dem Ankauf der theuersten Kupferwerke, in denen seine Lieblinge abgebildet sind; mit Hilfe der Porträts hofft er die Originale wiederzuerkennen. Bald nimmt er wahr, daß er in seinem Zeitgenossen Linné den einzigen zuverlässigen Führer im Labyrinth der Flora besitze.

Wir haben bereits in einem früheren Vortrag[10]) die Gesetze kennen gelernt, denen Linné eine, in den Hauptsachen noch heut von der ganzen botanischen Welt anerkannte Geltung verschaffte. Jede Pflanze sollte fortan nur einen Doppelnamen führen, den Geschlechts- oder Gattungsnamen, den sie mit allen Geschlechtsgenossen theilt, und den Eigen- oder Artnamen, der ihr eigenthümlich zukommt. Für die Pflanzen, die Linné bereits kannte, sollten nur diejenigen Namen gesetzliche Gültigkeit haben, die er selbst ihnen gegeben; die später entdeckten sollten fortan den Namen führen, den der erste Entdecker ihnen verleihen würde, und Niemand sollte das Recht zustehen, denselben zu vertauschen oder auch nur zu verändern.[11]) Damit aber die Pflanzen in Zukunft auch von solchen erkannt und benannt werden können, die sie noch nie gesehen, fügte Linné einer jeden ein kurzes Signalement, eine Diagnose bei — eine Zusammenfassung der besonderen Merkmale, durch die sie sich von den übrigen unterscheidet: möglichst wenig Worte, aber scharfe und klare Begriffe. Und gleichwie in einer Armee von Hunderttausenden der einzelne Mann leicht aufzufinden ist, wenn man sein

Korps, sein Regiment, seine Kompagnie kennt, so ordnete Linné auch das Heer der Pflanzen in ein System; er vertheilte dieselben in Klassen, Ordnungen und Gattungen, stellte deren Abzeichen und Unterscheidungsmerkmale fest und machte es nunmehr möglich, für jede unbekannte Pflanze in Kürze den richtigen Namen aufzufinden oder, wie der Schulausdruck lautet, sie zu bestimmen.

Gleich bei seinem Auftreten wurde Linné als der große Reformator der Botanik von den Pflanzenfreunden aller Völker mit Bewunderung anerkannt; nur die Franzosen sträubten sich dagegen, daß ein Schwede ihnen Gesetze vorschreiben solle. Rousseau trat mit Begeisterung für Linné ein und bekämpfte den nationalen Dünkel mit schneidiger Beredsamkeit.

Je mehr Pflanzen Rousseau kennen lernt, desto mehr fesseln sie ihn; alles Andere läßt er ruhen; den Tag über wandert er unverdrossen über Berge und Thäler, durch Wald und Wiesen, um Pflanzen zu suchen, meist allein, manchmal auch in Gesellschaft erfahrener Freunde und Pflanzenkenner in mehrtägigen, länger vorbereiteten Exkursionen. Die gesammelten Pflanzenschätze werden zu Hause sorgfältig eingelegt, in einem Herbarium mit künstlerischem Verständniß aufgeheftet und nach Linnés System geordnet. Wer ihm jetzt eine Freude machen will, der sendet ihm Beiträge für sein Herbar. Frau Julie von Bondeli, die Berner Freundin Wielands, hatte Rousseau auf der Petersinsel mit einer Sammlung getrockneter Alpenpflanzen beschenkt; sie berichtet darüber: „Meine Pflanzen sind ihm ein Trost in seinem Kummer; er zeigt sie Jedem als das Schönste auf der Welt."

Rasch wachsen seine botanischen Kenntnisse; bald genießt er die Freude, eine seltene Pflanze an einem neuen Fundort zu entdecken, wo sie die Männer von Fach übersehen hatten; schon wagt er sich an die schwierigsten Geschlechter der Gräser und Riedgräser, er vertieft sich mit Vorliebe in die Farne, die Flechten und die Moose. Nur von den Pflanzen der Gärten und Treibhäuser will

er nichts wissen, nicht einmal die Namen mag er im Gedächtniß behalten. Bei den wildwachsenden aber begnügt er sich nicht mehr mit der Kenntniß ihrer Namen; er schafft sich Mikroskop und Lupe an, um sie ins Einzelne zu zergliedern; es beglückt ihn, die hohe Zweckmäßigkeit zu ergründen, mit der die Natur die Vereinigung der Geschlechter in den Blumen anstrebt oder die Insekten zu ihrem Besuch einladet.

Und siehe da! Bald stellt sich heraus, daß den Pflanzen doch eine wunderbare Heilkraft innewohnt: freilich in ganz anderem Sinne, als sie die Kräuterküche der Frau von Warens ausbeuten wollte. Während er sich immer tiefer in die Welt der Blumen versenkt, zieht leise der Friede in sein verbittertes Gemüth; die Nebel des Verfolgungswahns lichten sich von Zeit zu Zeit; er wird wieder fähig, mit Menschen zu verkehren; wenn er sich mit den Pflanzen beschäftigt, genießt er wieder glückliche Augenblicke; „tant que j'herborise, je ne suis pas malheureux."

Ganz freilich verläßt ihn der Dämon nicht mehr; nur zu oft schlägt er seine schwarzen Fittiche um die geängstigte Seele. Nicht lange duldet es ihn in Wootton-Hall; nach ein paar Monaten kehrt er, im Frühjahr 1767, zurück nach Frankreich, wo man den Haftbefehl des Parlaments nicht in Wirksamkeit setzt, aber auch nicht zurücknimmt, das Damoklesschwert über seinem Kopfe schweben läßt. Unstet durchwandert er unter falschem Namen drei Jahre hindurch das Land, immer botanisirend; eine Zeitlang verweilt er in größeren Städten: Grenoble, Chambery, Lyon, im Verkehr mit

pflanzenkundigen Freunden; bald zieht er sich in kleine Orte zurück; zumeist ist er Gast auf den Schlössern des hohen Adels, der den weltberühmten Philosophen gern unter seinen Schutz nimmt.

In diesen drei Jahren hatte sich die Liebe zu den Pflanzen zur dominirenden Leidenschaft gesteigert; war doch die Welt der Blumen das einzige Asyl, wo die Furien des Verfolgungswahns ihm nicht nahe zu kommen wagten. Jetzt unterhielt er den ausgebreitetsten botanischen Briefwechsel; selbst der große Linné gehörte zu seinen Korrespondenten; die richtige Bestimmung einer Gentiana (Cicendia) filiformis oder des Seseli Halleri lag ihm jetzt mehr am Herzen, als die Ausarbeitung einer neuen Verfassung für die Republik Polen oder für die Insel Corsica; sein Herbarium war durch unermüdliches Durchstöbern der durchwanderten Landschaften (la longue habitude de fureter les campagnes) zu mehr als 2000 Arten herangewachsen; „Heu war seine einzige Nahrung, Botanik seine einzige Beschäftigung geworden."

III.

Bei Rousseaus kranker Gemüthsanlage konnte ein Rückschlag nicht lange ausbleiben; während seines unsteten Nomadenlebens brachte ihm schon der Transport seines Gepäcks, von dem der immer mächtiger anschwellende botanische Hausrath am meisten ins Gewicht fiel, unaufhörliche Verlegenheit und unerschwingliche Kosten; als er im Juni 1770 zu dauerndem Aufenthalt nach Paris in die bescheidene Wohnung au 4me der Rue Platrière, gegenüber dem Hôtel de la Poste, übersiedelte, die seitdem in die Rue Jean Jacques Rousseau umgetauft worden ist, faßte er den Entschluß, sich desselben ganz zu entledigen. Die kostbare Bibliothek und das reiche Herbar wurde den Freunden zum Kauf angeboten und schließlich (1775) an einen Engländer verkauft.[12]) Rousseau meinte:

„wem einmal die Augen geöffnet seien für die Herrlichkeiten der Pflanzenwelt, der bedürfe nicht vieler Bücher, um ihre Schönheit zu bewundern; nur ein Buch müsse er unablässig studiren, das Buch der Natur."

Unmittelbar nach seiner Ankunft war begreiflicher Weise Jean Jacques, der anders dachte, anders handelte, sich anders kleidete als die übrige Welt, der Löwe der Pariser Gesellschaft geworden; die vielen Einladungen, mit denen sie ihn überhäufte, raubten ihm noch den Rest der Muße, die ihm seine eigentliche Beschäftigung und Erwerbsquelle, das Notenkopiren, übrig ließ. Auch hielt sich Rousseau jetzt schon für zu alt zum Botaniker; „die Beine taugten nicht mehr für die großen Herborisationen; er müsse sich fortan mit den kleinen Promenaden begnügen, die die Begehrlichkeit des Botanophilen nicht zufrieden stellen, und sich mit dem Anblick der gemeinen Pflanzen bescheiden, denen er bei seinen einsamen Spaziergängen in der Umgegend von Paris begegnen würde." Eine Zeit lang, in den Jahren 1772—1773, trägt Rousseau sich ganz ernstlich mit dem Gedanken, da das Notenabschreiben nicht lukrativ genug sei, Herbarien für Liebhaber zu öffentlichem Verkauf anzufertigen; wenn diese auch nur die gewöhnlichen Pflanzen der Pariser Flora enthielten, so würden sie bei zierlicher Ausstattung den Sinn für Botanik in weitere Kreise tragen. Doch bald findet er, daß seine Kräfte für ein solches Unternehmen nicht mehr ausreichen. Statt die Blumen im Herbarium einzulegen, sammelt er nun ihre Früchte und Samen, und bei dem Eifer, mit dem er die neue Passion betreibt und alle seine Freunde zu Beiträgen anfeuert, hat er es bald wieder zu einer großen Kollektion gebracht, zu nicht geringem Verdruß seiner Therese, die den beschränkten Raum ihrer Wohnung von allerlei Packeten, Kartons und Kisten in Beschlag genommen sieht.

Hatte Rousseau schon am 26. Januar 1770 von Schloß Monquin (Dauphiné) an seinen Lyoner Freund De la Tourette geschrieben: „c'est fait pour moi de la botanique", so kehrt diese

Klage noch verstärkt aus allen Pariser Briefen wieder. In Wirklichkeit hatte ihn die Botanik viel zu sehr beglückt, als daß er ihr je hätte wieder entsagen können. Als ihm Herr De la Tourette von den seltenen Pflanzen berichtete, die er im Sommer 1771 auf dem Mont Pilat [13]) gesammelt, schreibt ihm Rousseau in Erinnerung der Besteigung, die er selbst zwei Jahre vorher botanisirend unternommen (25. Januar 1772): „Die Einzelheiten Ihrer Herborisation und Ihrer Funde haben mein Herz vor Entzücken klopfen gemacht; mir war, als wanderte ich an Ihrer Seite und theilte Ihre Freuden, diese so reinen, so süßen Freuden, für die doch so wenige Menschen Verständniß haben und deren noch weniger würdig scheinen. Nie werde ich diesen köstlichen Genuß aufgeben; er wirft einen immer neuen Reiz auf mein einsames Leben. Ich gebe mich ihm hin, ganz allein, ohne Erfolg, ohne Fortschritt, fast ohne Mittheilung, aber jeden Tag mehr davon überzeugt, daß die der Naturbetrachtung geweihten Stunden die glücklichsten Momente des Lebens sind, wo man sich selbst am köstlichsten genießt."

Von Zeit zu Zeit besucht Rousseau den Jardin du Roy, [14]) bei dessen Gelehrten er die freundlichste Aufnahme und Förderung findet; er folgt einer Einladung zum Besuch des Gartens von Klein-Trianon bei Versailles, „der bei Weitem reicher ist, als der des Königs in Paris"; denn er enthielt Gewächshäuser voll Seltenheiten, und in einer „école de botanique" hatte bereits 1758 Bernard de Jussieu die Gewächse des freien Landes nach einem neuen natürlichen System anpflanzen lassen. [15]) Wenige Wochen nach seiner Ankunft in Paris, am 26. Juli 1770, nimmt Rousseau noch an einer botanischen Exkursion Theil, die Bernard de Jussieu, inzwischen längst Professor am Pariser botanischen Garten geworden, mit den Studenten nach Meudon unternimmt; aber der Trubel schreckt ihn ab, und er hätte sich nicht wieder betheiligt, auch wenn es nicht der letzte Ausflug des alten Herrn gewesen wäre, der bald darauf sein Amt an seinen zweiundzwanzigjährigen

Neffen, Antoine Laurent de Jussieu, abtrat. Dagegen begleitet Rousseau diesen im folgenden Sommer mit dem ganzen Schwarm des botanischen Gartens (la caterve du jardin du Roy) nach Montmorency: zwei Stunden lang wird am Ufer des Sees in brennender Sonnengluth vergeblich nach einer seltenen Wasserpflanze, Plantago monanthos (Litorella lacustris L.) gesucht, die Rousseau seinem Freunde De la Tourette versprochen hatte.

Indeß, je länger Rousseau in Paris weilte, desto trostloser breitete sich um ihn die Vereinsamung. Alle Freunde hatte er, einen nach dem anderen, von sich gestoßen; seit 1773 hatte er auch den botanischen Briefwechsel, der ihm so manche erfreuliche Anregung gegeben, abgebrochen; Briefe in unbekannter Handschrift nahm er überhaupt nicht mehr an. Seine Menschenscheu hatte sich in bitteren Menschenhaß ausgebildet; sein einziges Sinnen und Trachten ging dahin, die schwarzen Komplotte seiner Feinde zu entlarven und vor Mit- und Nachwelt zur Rechenschaft zu ziehen; es schien, als werde sein Gemüth rettungslos dem Irrsinn verfallen.[16]) Da — in seinem letzten Lebensjahre — lichtete sich noch einmal die finstere Wolke des Wahns; kurz vor dem Scheiden leuchtete die Sonne seines Geistes in altem Glanze noch einmal. Auch diesmal waren es die Pflanzen und ihre Wissenschaft, von denen ihm die Erlösung kam; „sie sollten ihm beistehen, auf daß keine Hefe des Hasses und der Rache in seiner Seele aufgehe; ja, sie allein sollten ihn rächen an seinen Verfolgern; denn er könnte sie nicht grausamer strafen, als wenn er ihnen zum Trotze glücklich werde."

Um diese Zeit schreibt Rousseau von sich selbst mit leiser Selbstverspottung: „Volle 65 Jahre alt, nachdem ich den Rest meines schwachen Gedächtnisses verloren, ohne Kräfte, ohne Führer, ohne Bücher, ohne Garten, ohne Herbar, fühle ich mich mit einem Male von der Leidenschaft für Botanik ergriffen, mit weit größerem Feuer, als das erste Mal. Nun beschäftige ich mich ernstlich mit dem Projekt, Murray's Regnum vegetabile[17]) auswendig zu lernen,

um alle Pflanzen der Welt zu kennen. Ich bin nicht mehr in der Lage, mir wieder botanische Bücher zu kaufen; darum habe ich mir vorgenommen, die mir geliehenen abzuschreiben und mir ein Herbar anzulegen, das noch reicher werden soll, als das erste, in dem alle Pflanzen des Meeres und der Alpen und alle Bäume beider Indien Platz finden sollen! Vorläufig beginne ich auf gut Glück mit Gauchheil, Boretsch, Kerbel und Kreuzkraut. Ich botanisire kunstgemäß rings um den Käfig meiner Vögel, und wenn ich ein neues Grashälmchen gefunden, sage ich zu mir mit Stolz: sieh! wieder eine Pflanze mehr!"

Um sein neues Herbarium zu bereichern, nimmt Rousseau seine botanischen Wanderungen wieder auf; Tag für Tag zieht er hinaus ins Freie von neun bis zwölf Uhr, zuweilen bis eins; dann wieder am Nachmittag bis zur Dunkelheit;[18]) den Morgen und Abend verbringt er mit dem Ordnen des Herbars, mit dem Einlegen und Trocknen seiner Pflanzen; er bringt es hierin zu einer Sauberkeit und Eleganz, wie kein Botaniker vor ihm, so daß seine getrockneten Exemplare mit künstlerischen Abbildungen wetteifern können. Dieses Herbar, mit dem auch die zurückgebliebenen Doubletten seiner früheren Sammlungen und die Gaben seiner botanischen Freunde vereinigt werden, beglückt ihn vor Allem durch die Kette der Ideenassoziationen, die sich an dasselbe knüpfen. Ein Jahr vor seinem Tode schreibt er über dasselbe: „Alle Eindrücke der verschiedenen Oertlichkeiten und Gegenstände, die ich bei meinen botanischen Wanderungen empfangen habe, die Ideen, die sie in mir erweckten — alles dies erneut sich in meiner Seele bei dem Anblick der Pflanzen, die ich an jenen Orten gesammelt. Ich werde sie nicht wiedersehen, diese schönen Landschaften, diese Wälder, Seen, Gebüsche, diese Felsen, diese Berge, deren Anblick stets mein Herz ergriffen. Aber ich brauche nur mein Herbar aufzuschlagen, und sofort bin ich wieder dorthin versetzt. Dies Herbar ist für mich ein Tagebuch meiner Wanderungen; mit ihm unternehme ich dieselben immer

wieder mit frischem Genuß. In meiner Phantasie erscheinen dann alle die Bilder wieder, die mich am meisten beglücken: die Wiesen, die Wälder, die Seen, die Einsamkeit, der Frieden vor Allem und die Ruhe, die ich in ihrer Mitte gefunden."

Freilich, die Pflanzen sind es nicht allein, die Rousseaus Seele bei seinen einsamen Spaziergängen beschäftigen. Er war von Kindheit auf ein Träumer gewesen, der mehr in einer eingebildeten, als in der wirklichen Welt lebte. Jetzt, wo seine Seele todt ist für alle großen Leidenschaften, wo der Tumult des sozialen Lebens, wo alle Ideen zur Umgestaltung der menschlichen Gesellschaft hinter ihm liegen, überläßt er sich, während er ziellos in der Landschaft umherstreift, dem freien Spiel seiner immer regen Einbildungskraft. Und da er ein wahrer Dichter ist, findet er für seine Träumereien, für die Rêverie, um seinen eigenen Ausdruck, dem kein deutscher ganz entspricht, zu gebrauchen, Worte voll ergreifender Poesie, die bald an die Monologe des Faust, bald an die weltentrückten Extasen orientalischer oder mittelalterlicher Mystiker erinnern.

In der siebenten „Rêverie" schreibt Rousseau: „Ich habe früher viel und tief gedacht; aber das Denken war mir immer eine peinliche und reizlose Anstrengung; das Denken ermattet mich und macht mich traurig; ich habe es aufgegeben, um meine Schmerzen nicht aufzuwühlen. Die Rêverie erquickt und erheitert meine Seele; auf den Flügeln der Phantasie schweift sie durch das All in unaussprechlicher Verzückung, der keine andere Wonne gleichkommt; sie verliert sich in seliger Trunkenheit in der Harmonie des schönen Weltsystems. Alle Einzeldinge entschwinden ihr; sie genießt die höchste Wonne: hinzuschmelzen, sich eins zu wissen mit der Natur. Dann wieder haften die Augen gern an den anmuthigsten Eindrücken der Umgebung: glänzende Blumen, frische Bäche, kühler Waldschatten, Laubgrün! Die Pflanzen sind verschwenderisch über die Erde verstreut, wie die Sterne am Himmel; aber die Sterne sind fern, die Pflanzen wachsen zu meinen Füßen, gewissermaßen in

meine Hände. Angezogen von diesen lachenden Bildern, fange ich an, sie zu betrachten, sie zu beobachten, sie zu vergleichen, ich lerne sie klassifiziren, und so werde ich Botaniker, weil ich das Bedürfniß empfinde, die Natur zu studiren, damit ich ohn' Unterlaß neue Gründe entdecke, sie zu lieben. . . ."

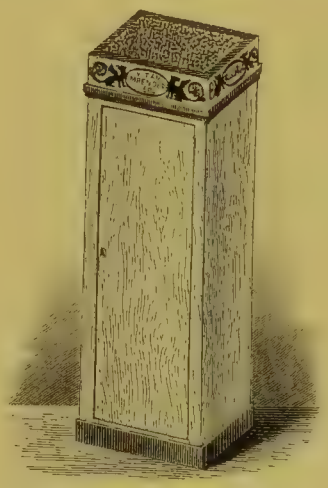
Aber die schönste der Rêverien ist die fünfte mit der Schilderung des Aufenthalts auf der Petersinsel im Bieler See, wo Rousseau nach der „Steinigung von Motiers-Travers" zwei Monate des Friedens und Glückes verlebte — eine hochpoetische Robinsonade voll köstlicher Landschaftsbilder. Die Insel, nur von der Familie des Berner Schaffner bewohnt, ist wie geschaffen für einen einsiedlerischen Träumer, der es liebt, sich in vollen Zügen zu berauschen an den Reizen einer herrlichen Natur, und an jener Stille sich zu erquicken, die nur von dem Schrei der Adler, dem Zwitschern einiger Vögel und dem Donner der vom Berg in den See sich stürzenden Wildbäche unterbrochen wird. Schon das machte Rousseau glücklich, daß er seine Bücher unausgepackt ließ und daß er kein Schreibzeug besaß. Hier konnte er die ganze Süßigkeit des dolce far niente auskosten: „Ich wollte keine Arbeit: ich bedurfte nur eine Beschäftigung, die mir Vergnügen bereitete und nur so viele Mühe verursachte, als sie eben ein Fauler sich machen mag." So beschäftigte er sich mit einer „Flora petroinsularis"; er wollte alle Pflanzen der Insel ins Einzelnste beschreiben, jedes Gras der Wiese, jede Flechte der Felsen; kein Härchen wollte er unbeschrieben lassen. Jeden Morgen machte er sich auf mit der Lupe und Linnés Systema naturae, um einen anderen Theil der Insel, die er sich dazu in kleine Quadrate getheilt hatte, abzusuchen. Die tausendfältigen Spiele in der Fortpflanzung der Blumen, die er jetzt zum ersten Male beobachtete, die Unterscheidung der Gattungsmerkmale, von denen er vorher keine Idee gehabt hatte und die er nun an den gemeinsten Pflanzen ausprobte, versetzten ihn in Entzücken und Extase. Dann nach Tisch auf dem See, lang ausgestreckt im Boote,

läßt er sich von den Wellen schaukeln, die Augen gen Himmel gerichtet, stundenlang, in wonniger Träumerei ohne bestimmten Gegenstand, aber unendlich süßer, als alle sogenannten Vergnügungen der Gesellschaft; erst der Sonnenuntergang mahnt ihn zur Rückkehr nach der Insel, von der er oft so weit abgetrieben ist, daß er alle seine Kräfte anstrengen muß, um sie noch vor Nacht zu erreichen. Oder des Abends am See schaut er dem Hin- und Herfluthen der Wellen zu, bis ihn das ewige in kurzen Zwischenräumen anschwellende Rauschen des Wassers in süße Träumerei einwiegt, ein Spiegelbild von dem ewigen Hin- und Herfluthen der irdischen Dinge, das selbst inmitten der lebhaftesten Freuden nur so selten einen Augenblick kommen läßt, wo das Herz sagen möchte: „Verweile doch, du bist so schön!“[19]) ... Man glaubt hier nicht die Worte eines Schriftstellers, sondern den Melodienstrom eines Beethovenschen Adagio oder eines Chopinschen Notturno zu vernehmen.

Ende Mai 1778 siedelt Rousseau von Paris nach dem fünf Meilen nördlich von der Stadt belegenen Park von Ermenonville über, wo ihm der Besitzer, Marquis de Girardin, ein Asyl bereitet hatte. Der Marquis gehörte zu den angesehensten Repräsentanten des liberalen Adels; er hatte seine Kinder nach Rousseauschen Grundsätzen auferzogen und betrachtete es als Lebensaufgabe, die Schönheit der Natur in seiner Umgebung zu freier Entfaltung zu bringen; er war nicht nur als Schriftsteller für die Landschaftsgärten nach Rousseaus Ideen eingetreten, sondern er hatte auch seinen Besitz zu Ermenonville in einen der großartigsten Parke umgeschaffen, der eine Fülle abwechselungsvoller Scenerien: Hügel und Felsschluchten, Bäche, Flüsse und inselreiche Seen vereinigte. Während Rousseau die älteste Tochter des Hauses im Gesang unterrichtet, macht er in Begleitung des Sohnes Spaziergänge durch den Park und den anstoßenden Wald, um die Flora der Gegend zu erforschen und für sein Herbar einzusammeln; oder

auf einer Rasenbank unter einer alten Fichte sitzend, versammelt er die Kinder um sich, die ihm Blumen bringen und sich von ihm die Namen lehren lassen. So hat ihn uns Le Barbier in einem schönen Stiche dargestellt, der dem siebenten Bande seiner gesammelten Werke beigeheftet ist: eine Pflanze in der einen, die Lupe in der anderen Hand, zu seinen Füßen ein Buch mit der Aufschrift „Linnéus."

Doch nur kurze Zeit genießt Rousseau den Frieden von Ermenonville; am 2. Juli rafft ihn ein Schlaganfall dahin, vierunddreißig Tage nach Voltaires Tod. Sein Grabmal wurde ihm mitten in dem großen See des Parks auf der Pappelinsel errichtet; von hier ließ der Konvent seine Gebeine nach Paris bringen, um sie in den Gruftgewölben des Pantheon neben denen Voltaires beizusetzen; die Restauration von 1814 ließ beide wieder entfernen und in eine gemeinsame Kalkgrube werfen.



Rousseaus Herbariumschränkchen.

Sein geliebtes Herbar hatte Rousseau seiner Schülerin, Fräulein von Girardin, vermacht; gegenwärtig befindet sich diese Reliquie im Berliner botanischen Museum, elf Quartbände in weißen Pergamentmappen, die Pflanzen sehr sauber gepreßt, vorzüglich erhalten und nach Linnés System geordnet; das Ganze in einem kleinen, polirten gleichalterigen Spind bewahrt, das an den Seiten die Namen „Emile" und „Héloise", vorn aber Rousseaus schönen Wahlspruch trägt:

Vitam impendere vero.[20])

IV.

Fragen wir nunmehr, welchen Erfolg hatte Rousseau mit seinen botanischen Studien, denen er so viel Liebe und Zeit geopfert, so müssen wir sagen: er hat sich eine tüchtige Kenntniß der heimischen Flora erworben,[21]) er ist in der Geschichte und Litteratur der Botanik gut bewandert, er verbindet in seinen eigenen botanischen Schriften richtiges Verständniß der Pflanzen mit ungewöhnlicher Klarheit und Schönheit der Darstellung; aber er ist bis an sein Ende Dilettant geblieben; es war ihm nicht gegeben, die Wissenschaft durch neue Entdeckungen oder durch neue Ideen zu bereichern.

Ganz besonders die „Einleitung zu den Bruchstücken eines botanischen Wörterbuchs", welche erst nach Rousseaus Tode veröffentlicht wurden,[22]) gewährt ein anmuthendes Bild von seinem Wissen und Können; ein kurzer Auszug möge dazu dienen, um die überraschende Sachkenntniß, zugleich aber auch den lebhaften Stil zu veranschaulichen, welcher Rousseau auch auf diesem Felde seiner schriftstellerischen Thätigkeit auszeichnet.

Nichts habe, beklagt Jean Jacques, der Botanik so sehr geschadet, als daß man sie viele Jahrhunderte lang für ein bloßes Anhängsel der Medizin gehalten; man habe sich nur um die wirklichen oder eingebildeten Heilkräfte der Pflanzen gekümmert, aber dabei versäumt, die Pflanzen selber kennen zu lernen; weder ihre Struktur, noch die Oekonomie ihrer Vegetation habe man beachtet; indem nur die offizinellen Pflanzen, oder eigentlich nur die aus diesen bereiteten Drogen gesucht wurden, habe man die unermeßliche Kette der Pflanzenwelt auf einige wenige unzusammenhängende Kettenglieder beschränkt.

Im Mittelalter habe jeder Arzt den wenigen Pflanzen, die er in seiner Umgebung kannte, nach Gutdünken Namen gegeben und ihnen so viele Wunderkräfte angedichtet, daß diese genügt hätten,

um die ganze Menschheit unsterblich zu machen. An anderen Orten wurden dann anderen Pflanzen dieselben Namen und Heilkräfte beigelegt, oder die alten Pflanzen wurden unter neuen Namen dazu gebraucht, neue Charlatane reich zu machen. Darin bestand die ganze Kunst des Myrepsus, der Hildegardis, des Suardus, des Villanova[23]) und der anderen Doktoren des Mittelalters; kaum eine einzige der Pflanzen, die in ihren Büchern vorkommen, vermöchte man aus ihren Namen und Beschreibungen wiederzuerkennen.

Alles dies hörte auf im Zeitalter der Renaissance, um den alten Büchern Platz zu machen; nunmehr galt nichts für gut und für wahr, als was im Aristoteles und Galenus stand. Statt die Pflanzen im freien Lande zu suchen, suchte man sie im Plinius und Dioskorides; oft kam es vor, daß man geradezu die Existenz einer Pflanze leugnete, weil sie nicht von Dioskorides besprochen war. Schließlich mußte man sich aber doch bemühen, die gelehrten Pflanzen in der Natur aufzufinden, um sie nach den Vorschriften des Meisters anwenden zu können; nun fing man an, zu suchen, zu beobachten; ein Jeder glaubte in der Pflanze, die er sich gerade ausgesucht, die Beschreibung seines Autors wiederzuerkennen; da aber die Uebersetzer, die Kommentatoren, die Praktiker selten über ihre Wahl einig waren, so erhielt dieselbe Pflanze 20 verschiedene Namen, und 20 verschiedene Pflanzen denselben Namen; Jeder behauptete, nur seine Pflanze sei die allein wahre, und alle anderen seien nicht diejenigen, welche Dioskorides gemeint habe. Aber diese Streitigkeiten führten zu wirklichen Untersuchungen der Pflanzen; es erschienen wahre Botaniker, wie Clusius, Cordus, Caesalpinus, Gesner;[24]) in ihren Büchern zeigten sich Spuren einer Methode; gleichwohl mußten dieselben ziemlich nutzlos bleiben wegen der Verwirrung der Namen; ja als man anfing, die Pflanzen nach ihrer Verwandtschaft in Gattungen und Arten zu vertheilen, wurde die Konfusion noch schlimmer; denn nun stellte sich heraus, daß

jede Pflanzenart fast ebenso viele Namen bekommen hatte, als Schriftsteller sich mit ihr beschäftigt hatten.

Endlich versuchten die beiden illustren Brüder, Johannes und Kaspar Bauhin,[25]) der babylonischen Sprachverwirrung Einhalt zu thun, namentlich der letztere hat in seinem „Pinax Theatri botanici" nach vierzigjähriger Arbeit mit kritischem Scharfblick die damals bekannten 6000 Pflanzenarten[26]) in Gattungen eingeordnet und bei jeder Art die sämtlichen Namen übersichtlich zusammengestellt, die sie bei den verschiedenen Schriftstellern erhalten hatte; er hat dadurch die Synonymie der Pflanzen klar gestellt, so daß noch heutzutage jeder Botaniker zu diesem Buche greifen muß, wenn er wissen will, was die alten Autoren über eine Pflanze ausgesagt haben. Leider versäumten die Brüder Bauhin, den Arten nunmehr bestimmte Namen beizulegen; um sie zu unterscheiden, fügten sie dem Namen der Gattung eine lange, aus vielen lateinischen Worten zusammengesetzte Phrase bei, in welcher alle wesentlichen Merkmale aufgezählt wurden.[27])

Diese schwerfällige Nomenklatur erhielt sich auch bei den Nachfolgern, selbst bei denen, die, wie Hermann, Rivinus, Ray, Tournefort,[28]) in der Ausbildung der natürlichen Methode den leitenden Faden im Labyrinthe der Arten erkannt hatten. Man kann sich nichts Pedantischeres, nichts Lächerlicheres denken, als wenn eine Dame nach dem Namen irgend einer Blume im Garten fragte, und man ihr nur mit einer Enfilade lateinischer Wörter antworten konnte, die wie Zauberformeln klangen; Grund genug, um das liebenswürdige Geschlecht von jeglicher Beschäftigung mit der liebenswürdigsten Naturwissenschaft abzuschrecken!

Mit enthusiastischer Wärme schildert Rousseau nunmehr, wie Linné mit der Kraft eines Herkules den Augiasstall der botanischen Nomenklatur gereinigt habe, indem er, wie wir schon oben ausgeführt, mit zwei Worten, dem Genus- und dem Speziesnamen, jede Pflanze schärfer charakterisirte, als dies seine Vorgänger, die

Plucknet und Micheli,[29]) mit ihren langathmigen Phrasen vermocht hatten; — aber auch für die Beschreibung der Pflanzen erfand Linné eine eigene Sprache, die in lakonischer Kürze alle unnöthigen Umschweife vermeidet und dem Botaniker ebenso unentbehrlich geworden ist, wie die Sprache der Algebra dem Mathematiker. Hatte die Linnésche Reform anfangs auch Widerspruch gefunden, theils weil die Rivalen es ihrer Würde schuldig zu sein glaubten, an ihren eigenen veralteten Methoden festzuhalten, theils und besonders, weil nationale Eifersucht es für patriotische Pflicht ansah, die Lehren berühmter Landsleute gegen den schwedischen Diktator zu verfechten, so erkämpfte seine Autorität doch schließlich in ganz Europa und selbst in Paris sich Anerkennung. Wer heute Botanik treibt, der muß die Sprache Linnés verstehen. Zwar ist die Kenntniß der Pflanzen nicht gerade an eine bestimmte Nomenklatur gebunden; wer aber von dem Wissen Nutzen ziehen will, das die Arbeiten früherer Forscher durch Aufwand ihres Nachdenkens, ihres Geldes, unendlicher Reisen, ja ihres Lebens in drei Jahrhunderten angesammelt, der muß auch die Sprache der Wissenschaft erlernen.

Rousseau stellt sich in seinem Wörterbuche die Aufgabe, die Terminologie und Nomenklatur der Botanik Jedermann zugänglich zu machen, und in der That gewähren die Artikel, so unvollständig sie auch sind, eine anschauliche und fesselnde Einführung in die Lehre von der gesammten Organisation der Pflanzen, so weit sie gegen Ende des vorigen Jahrhundert erfaßt war; neue Beobachtungen, selbständige Gedanken findet man jedoch nicht darin.

Wenn wir gleichwohl es aussprachen, daß Rousseaus Wirken auch in der Botanik bahnbrechend gewesen, so haben wir seine Bedeutung auf einem anderen Gebiete zu suchen.

Rousseau ist der Erste gewesen, der in der Beobachtung der Natur und insbesondere der Pflanzenwelt ein hochwichtiges Bildungselement für die Kindesseele erkannte. Bis dahin hatte Niemand

daran gedacht, in der Schule Naturwissenschaft und gar Botanik zu lehren; der rein formale Unterricht beschränkte sich auf alte Sprachen, Philosophie und Mathematik. Rousseau wies darauf hin, die Erziehung müsse das Kind anleiten, als denkendes und empfindendes Wesen die Natur und die Wunder der Schöpfung zu beobachten; er gab in seinen „Lettres élémentaires sur la botanique“ goldene Regeln über Ziel und Methode des naturwissenschaftlichen Jugendunterrichts und zugleich ein mustergültiges Vorbild, wie die Botanik zu einem anziehenden, alle Seelenthätigkeiten entwickelnden und sittlich bildenden Lehrgegenstand zu gestalten sei.

Als Rousseau in den Jahren 1768 und 1770 sich längere Zeit in Lyon aufhielt, verkehrte er am liebsten in der Villa Boy de la Tour, deren Herrin, weitläufig mit ihm verwandt, ihm das Asyl zu Motiers-Travers gewährt hatte. Die ältere Tochter begleitete Rousseau oft bei seinen botanischen Exkursionen nach den aussichtsreichen Höhen von Fourvières und zeigte so lebhaftes Interesse für die Pflanzenkunde, daß Rousseau ihr zur Belohnung mit eigener Hand ein Herbar zusammenstellte; die jüngere Schwester, erst seit kurzer Zeit an den Schweizer Kaufmann Delessert aus Cossonay, der sich in Lyon niedergelassen, verheirathet und Mutter eines Töchterchens, zog es vor, sich mit dem Verfasser des „Emile“ über Kindererziehung zu unterhalten, was ihr übrigens im Herzen des Philosophen keineswegs schadete. Als später das Kind schon in seinem fünften Lebensjahre lebhaften Wissenstrieb entwickelte, glaubte die junge Mutter seine Aufmerksamkeit am besten zu beschäftigen und zu üben, indem sie ihm Blumen zeigte und deren Namen lehrte; nun wandte sie sich an den alten Freund ihres Hauses um Rath und bat ihn um einen kleinen Katalog der gewöhnlichsten Pflanzen und deren Unterscheidungsmerkmale.

Rousseau geht sofort auf ihre Wünsche ein, er schickt ihr im Zeitraum von zweiundzwanzig Monaten acht Briefe, in denen er nach einer wohl und lange erwogenen Methode der Mutter Unter-

weisung giebt, wie sie erst lernend, dann lehrend den Unterricht in der Botanik für ihr Töchterchen fruchtbringend zu leiten habe. Vor Allem billigt er ihren Plan; „denn das Studium der Natur reinigt (émousse, entmoost) in jedem Alter den Geist von dem Hange zu frivolen Vergnügungen, beugt dem Tumult der Leidenschaften vor und gewährt der Seele eine Nahrung, die sie mit dem würdigsten Gegenstande ihrer Betrachtungen erfüllt.“ Aber mit dem bloßen Erlernen der Pflanzennamen ist nichts gethan; man kann ein großer Botaniker sein, ohne auch nur eine Pflanze mit Namen zu kennen. Vor Allem müssen einige Vorbegriffe über die Organisation der Pflanzen erworben werden, bevor man sich auch nur einige Schritte hinauswagen will in das schönste und reichste der drei Naturreiche. „Il ne s'agit que de commencer par le commencement; après cela on s'avance autant qu'on veut.“

In seinem ersten Briefe vom 11. August 1771 giebt Rousseau einen gedrängten Ueberblick über den Bau der Pflanzen, insbesondere der Blüthen und ihrer zweckvollen Einrichtungen. Ihrem Kinde freilich brauche die Mutter noch nicht das Alles mitzutheilen, nur so viel, als sich für sein Alter und Geschlecht schicke; es möge vielmehr angeleitet werden, selbst zu finden, als daß man es ihm lehrt. Der Mutter aber giebt er sofort eine Anwendung des Gelernten, indem er ihr an der Lilie, die wohl im Spätsommer noch blühend zu finden sei, den Charakter der Pflanzenfamilie veranschaulicht, zu der diese Blume gehört. Wenn dann im kommenden Frühjahr die Sonne Hyazinthen, Tulpen, Narzissen, Jonquillen und Maiglöckchen aus der Erde hervorlocke, werde sie auch die Fortschritte der eifrigen Botanikerin ans Licht bringen; denn nun werde dieselbe es diesen Blumen bei aufmerksamer Betrachtung alsbald anmerken, daß auch sie zur Familie der Liliengewächse gehören.

Der Frühling kommt, „die Erde ergrünt, die Bäume knospen, die Blüthen springen auf; schon sind einige verblüht! ein Moment

des Zögerns würde uns in der Botanik um ein Jahr zurückwerfen." Rousseau nimmt daher den unterbrochenen Unterricht wieder auf, und indem er seine Freude darüber ausspricht, daß die Kleine sich schon mit Korolle und Petalen amüsire, und die Mutter bereits die Familienzüge der Liliaceen aufzufassen vermöge, wählt er unter den Frühlingsblumen Goldlack und Levkoy zur Einführung in eine neue Familie, die der Kreuzblüther oder Cruciferen. Und so geht es weiter in methodischem Fortschritt, vom Leichteren zum Schwereren, von den Schmetterlingsblüthern zu den Lippen- und Maskenblüthern, von den Doldenträgern zu den Zusammengesetztblüthigen und den Obstbäumen; überall werden die Beispiele von den gemeinsten Pflanzen der Heimath ausgewählt.

Die liebenswürdige Schülerin war eifersüchtig auf ihre Schwester wegen des Herbariums, das sie von Rousseau als Geschenk erhalten hatte; dieser tröstete sie im achten und letzten Brief vom 11. April 1773, daß sie dafür ein weit werthvolleres Herbar von der Hand ihres Töchterchens empfangen werde; inzwischen lehrt er sie „mit anmuthiger Sorgfalt" die besten praktischen Regeln für das Trocknen der Pflanzen und das Anlegen von Herbarien; er fordert sie auf, Pflanzen, die sie noch nicht kenne, getrocknet an ihn einzusenden; er werde sie dann mit den Namen zurückschicken.

Rousseaus Briefe über die Elemente der Botanik besitzen alle Reize seines Briefstils; die Anmuth und Klarheit des Ausdrucks wird belebt durch eine altfranzösische Galanterie, die dem misanthropischen Philosophen nicht übel zu Gesicht steht. Wenn er seine Schülerin darauf aufmerksam macht, daß sie die innere Einrichtung mancher Blumen wegen ihrer Kleinheit mit bloßen Augen nicht werde wahrnehmen können, und ihr daher anräth, sich mit dem Handwerkszeug der Botaniker, mit Lupe, Nadeln, Pinzette und einer guten Schere zu versorgen, so verfehlt er nicht, sich das reizende Bild auszumalen, „wie seine schöne Cousine mit dem Vergrößerungsglas in der Hand die Blumen zerpflücken werde, die

doch hundert Mal weniger blühend, weniger frisch, weniger liebreizend seien als sie selber".

Rousseaus botanische Briefe sind aber auch eine pädagogische That, deren volle Bedeutung noch heut nicht genügend anerkannt ist. In der Zeit wo jene Briefe geschrieben wurden, war das Linnésche System zur unbedingten Herrschaft gelangt; kein wissenschaftliches, kein populäres Buch über Botanik erschien, in dem die Pflanzen nicht nach Linné geordnet waren. Wir wissen, welch begeisterter Verehrer Linnés gerade Rousseau war; die logische Konsequenz des Linnéschen Pflanzensystems, die Genauigkeit seiner Gattungs- und Artmerkmale, selbst die energische, poetisch angehauchte Sprache des schwedischen Reformators erregten seine vollste Bewunderung. Aber für den botanischen Jugendunterricht verwerthet Rousseau nicht das künstliche System Linnés, sondern die natürliche Methode der Pflanzenfamilien. Denn hier kommt es ihm darauf an, in dem Kinde nicht allein den Sinn für scharfe Unterscheidung und systematische Anordnung von Naturgegenständen, sondern auch die höhere Fähigkeit auszubilden, aus den einzelnen Anschauungen das Gemeinsame, aus den speziellen Beobachtungen das Allgemeine zu erkennen. Indem das Kind angeleitet wird, die verwandtschaftlichen Züge, die allen Pflanzen einer Familie gemeinsam sind, durch die Beobachtung aufzufassen und dieselben durch eine genaue Analyse klar darzulegen, erhält dasselbe eine harmonische Ausbildung seiner sinnlichen Anschauungen und seiner Geisteskräfte, wie sie durch keinen anderen Lehrgegenstand gewonnen werden kann. Eine Neubearbeitung der Rousseauschen Briefe würde noch heutzutage zahlreichen Müttern, die dem Geist ihrer Kinder durch Einführung in die Pflanzenwelt eine erfrischende Nahrung bieten möchten, gute Dienste leisten.

Wir müssen Rousseaus botanische Unterrichtsmethode um so höher stellen, als zu jener Zeit die natürlichen Pflanzenfamilien wissenschaftlich noch gar nicht begründet waren. Zwar hatte, wie schon bemerkt, Bernard de Jussieu bereits 1758 die im botanischen

Garten von Klein-Trianon angebauten Gewächse nach natürlichen Familien geordnet, aber er hatte nicht gewagt, damit vor die Oeffentlichkeit zu treten; erst 1789 wurde die natürliche Methode durch seinen Neffen Antoine Laurent in die Wissenschaft eingeführt. Rousseau war eben auch in der Botanik, wie in der Politik, der Vorläufer einer Revolution, welche erst ein Jahrzehnt nach seinem Tode sich in der Welt Bahn brechen sollte.

Leider haben unsere Schulmänner noch heute kein richtiges Verständniß für Rousseaus pädagogische Bedeutung. Noch immer wird auf unseren Schulen beim botanischen Unterricht das Linnésche System reglementsmäßig zu Grunde gelegt und dadurch der Jugend die Meinung beigebracht, als bestünde die liebenswürdigste der Naturwissenschaften im Zählen von Staubfäden und im gedächtnißmäßigen Erlernen von Klassen und Ordnungen. Möchten doch die Leiter des Jugendunterrichts, vor allem unsere Gymnasialdirektoren, die Rousseauschen Briefe studiren, um daraus zu lernen, welch' werthvolles Bildungselement bei richtiger Methode die Wissenschaft von den Pflanzen dem jugendlichen Geist gewährt.

Wir wissen nicht, welchen Erfolg Rousseaus botanische Briefe bei dem Töchterchen der Frau Delessert gehabt haben, für das sie zunächst geschrieben wurden. Daß aber die von Rousseau ausgestreute Saat nicht verloren gegangen, lehrt uns die Entwickelung ihrer jüngeren Brüder, die sämmtlich in der merkantilischen wie in der politischen Geschichte von Frankreich sich hervorthaten, und von denen insbesondere der älteste, Benjamin, als Chef eines großen Bankhauses, als Fabrikant, als Direktor der Bank von Frankreich, gleichzeitig aber auch als Philanthrop, als freisinniger Staatsmann, als Mäcen der Künste und Wissenschaften sich einen ehrenvollen Namen erwarb. Wenn aber Benjamin auch als botanischer Schriftsteller, als Herausgeber botanischer Prachtwerke, als Begründer der reichsten botanischen Bibliotheken und Herbarien sich auszeichnete, die er dann seiner Vaterstadt Genf vermachte, so möchten wir

darin ein unmittelbares Zeugniß dafür erblicken, daß sich Rousseaus Erziehungsmethode auch durch die Probe des Erfolges glänzend bewährt hat.[30])

Aber nicht bloß zu einem Unterrichtsgegenstande für die Jugend, auch zu einem Gesammtbesitz der allgemeinen Bildung hat erst Rousseau die Botanik erhoben. Wir wissen, wie gering dieselbe zu seiner Zeit geachtet wurde, eben noch gut genug für Kräuterhändler und Apotheker. Daß ein ernster Philosoph sein Leben mit dem Suchen von Blumen oder gar von Moosen vertändle, fanden die Zeitgenossen unbegreiflich; der alte Marquis Mirabeau meinte spöttisch, Rousseau werde wohl noch einmal wie Nebukadnezar Gras fressen; und gar die Leute des Prinzen Conti, auf dessen Schloß Trye Rousseau im Jahre 1767 längere Zeit sich aufhielt, wußten für die unerhörte Erscheinung, daß ein gesetzter Mann, der weder Klosterbruder noch Kräuterhändler war, Tags über in den Wäldern umherlief und Abends mit einem großen Pack Kräuter nach Hause kam, keine andere Erklärung, als daß sie ihn für einen Hexenmeister hielten, der Zaubermittel oder gar Gifttränke braue; es bedurfte des ganzen Ansehens der Herrschaft, um Rousseau vor Gewaltthätigkeiten des aufgeregten Pöbels zu schützen. Aber das Genie besitzt die Gabe des Midas, Alles, was es berührt, in Gold zu verwandeln. Das Aschenbrödel der Naturwissenschaft wurde durch Rousseau mit einem Male das Schoßkind der Gesellschaft. Rousseaus Enthusiasmus für die Botanik wirkte ansteckend auf Alle, die mit ihm persönlich oder brieflich in Verkehr standen; die höchste Aristokratie, vor Allem die Damen, Herzoginnen, Gräfinnen, Marquisen — Alle wurden eifrige Botanikerinnen; Alle wollten des schwärmerischen Glückes theilhaft werden, das aus der Versenkung in die Welt der Pflanzen auf Rousseaus Seele ausstrahlte. Die botanische Korrespondenz, welche Rousseau viele Jahre lang mit der Herzogin von Portland, einer würdigen Tochter des Hauses der Cavendish,[31]) und mit dem Grafen Malesherbes, der später

die furchtlose Vertheidigung Ludwigs XVI. mit dem Tode büßte, unterhielt, giebt ein überaus anmuthendes Zeugniß von dem Ernst zugleich und der Begeisterung, womit Rousseau seine hochsinnigen Freunde für sein Lieblingsstudium zu gewinnen wußte. Noch über den Tod hinaus währte die Wirkung fort. Die „Lettres sur la botanique" wurden erst vier Jahre nach Rousseaus Tod gedruckt; als sie 1782 ans Licht traten, gehörte es zum guten Ton, im Jardin du Roy Kolleg über Botanik zu hören; selbst der Hof zog aus den Tuilerien hinaus nach den Champs Elysées, um dort Pflanzen zu suchen und in Herbarien einzulegen; ohne Lupe, Pinzette und Gartenmesser konnte sich eine elegante Dame gar nicht mehr sehen lassen. Erst seit jener Zeit ist die Botanik und die mit ihr eng verschwisterte Pflege der Gärten und der Blumen in den Kreisen der gebildeten Gesellschaft in Aufnahme und Ansehen gekommen; wie Viele haben seitdem durch sie, gleich Rousseau, in kummervollen Stunden Trost und Frieden gefunden!

Für Deutschland sind die von Rousseau ausgegangenen Anregungen darum besonders bedeutungsvoll geworden, weil sie mit dazu beigetragen haben, Goethe für die Botanik zu gewinnen. Kaum waren Rousseaus „Lettres sur la botanique" 1782 nach Weimar gelangt, so empfahl sie Goethe seinem Herzog:[32]) „diese ganz allerliebsten Briefe, in denen er die Botanik auf das Faßlichste und Zierlichste einer Dame vorträgt; es ist recht ein Muster, wie man unterrichten soll, und eine Beilage zum ‚Emile'. Ich nehme daher Veranlassung, das schöne Reich der Blumen meinen schönen Freundinnen aufs Neue zu empfehlen." Es ist bekannt, wie erfolgreich diese Empfehlung bei Karl August und den Damen seines Hofes, insbesondere auch bei Charlotte von Stein gewesen. In der Geschichte seiner botanischen Studien, welche Goethe im Herbst 1831 abschloß,[33]) erkennt derselbe dankbar an, wie Rousseau auf ihn eingewirkt; „denn gleichwie die jungen Studirenden sich am liebsten an junge Lehrer halten, so mag der Dilettant gern vom

Dilettanten lernen, ... da es diesem nur darum zu thun ist, durch das Einzelne durchzukommen und bald einen Höhepunkt zu erreichen, von woher ihm eine Uebersicht, wo nicht des Ganzen, doch des Meisten gelingen könnte." Wenn Goethe bereits im Jahre 1795 in seinem Garten zu Weimar die einheimischen, wie die ausländischen Gewächse nach natürlichen Familien anpflanzen ließ und, zwischen den Beeten mit seinen Gästen umherwandelnd, ihnen die Blüthen der Irideen, Liliaceen, Leguminosen, Syngenesisten und anderer Pflanzenfamilien zu erläutern liebte, so möchten wir auch hierin eine Nachwirkung der Rousseauschen Briefe erblicken; umgekehrt hat wieder Goethe dazu mitgewirkt, Jussieus natürlicher Methode schon frühe in Deutschland den Sieg über das Linnésche System zu verschaffen, während noch 1802 der Herausgeber der „Botanique de J. J. Rousseau" darüber klagt, daß Jussieu in Frankreich noch so wenig bekannt sei.

Goethe rühmt von Rousseau: „Ein Geist, wie der seinige, der den Nationen Gesetze vorzuschreiben sich berufen fühlte, mußte doch zur Vermuthung gelangen, daß in dem unermeßlichen Pflanzenreich keine so große Mannigfaltigkeit der Formen erscheinen könne, ohne daß ein Grundgesetz, es sei noch so verborgen, sie sämmtlich wieder zur Einheit zurückführte." ...

Ich kann nicht finden, daß Rousseau jemals zu solchen Problemen sich aufgeschwungen hat. In den „Bruchstücken eines botanischen Wörterbuchs" giebt er zu dem Worte „fleur" eine ausführliche mit gewohnter Klarheit geschriebene Darstellung vom Bau der Blüthen,[34]) aber nirgends findet sich auch nur eine Andeutung des Gedankens, daß die Organe derselben als umgewandelte Blätter aufzufassen seien. Bei aller Schwärmerei für die Botanik blieb doch Rousseaus Interesse für diese Wissenschaft an der Oberfläche haften; „indem ich herborisire, denke ich mehr mich zu zerstreuen und zu vergnügen, als zu unterrichten," sagt er von sich in gerechter Selbsterkenntniß. Rousseau besaß nicht jenen unersätt-

lichen Forscherdrang, noch jene Tiefe der Weltauffassung, durch die Goethe auch bei seinen Naturstudien von den einzelnen Beobachtungen zur Auffindung allgemeiner Gesetze emporgehoben ward, — die ihn auch in den Pflanzen eine einheitliche, durch Metamorphose in unendlicher Mannigfaltigkeit umgebildete Grundgestalt erkennen und aus der gemeinsamen Abstammung von einer Urpflanze ableiten ließ.

Dennoch glauben wir unsere Betrachtungen über Rousseau als Botaniker nicht schöner beschließen zu können, als mit den Worten, mit denen Goethe seine Charakteristik des Mannes einleitete:

„Wer wollte nicht dem im höchsten Sinne verehrten J. J. Rousseau auf seinen einsamen Wanderungen folgen, wo er, mit dem Menschengeschlecht verfeindet, seine Aufmerksamkeit der Pflanzenwelt zuwendet, und in echter gradsinniger Geisteskraft sich mit den still reizenden Naturkindern vertraut macht?“ ...

Erläuterungen.

[1]) (S. 159.) J. J. Rousseau, citoyen de Genève, Collection complète des œuvres. 1782. Tom. VII. Mélanges. 2e partie, u. a. a. O.

La botanique de J. J. Rousseau, contenannt tout ce qu'il a écrit sur cette science, Paris, 8°. An X. = 1802; Prachtausgabe in Großfol. mit 65 kol. Kupfertafeln. Paris 1805, ꝛc. ꝛc.

Janſen, Albert, Jean Jacques Rouſſeau als Botaniker. Berlin. G. Reimer, 1885.

[2]) (S. 165.) La Harpe ſchreibt über die „Confessions": „Ce livre, où l'auteur dit mal de beaucoup de gens et surtout de ceux qui lui ont fait du bien, mais où personne n'est si mal traité que lui même . . . ." Scherer, Edmond: Melchior Grimm, Revue des deux mondes 1885. T. LXII. S. 311.

[3]) (S. 166.) Nouvelle Héloise 1. part. Lettre XXIII.

[4]) (S. 168.) „Les végétaux dans nos bois et nos montagnes sont encore tels qu'ils sortirent originairement de la main (de Dieu) et c'est là que j'aime à étudier la nature et je vous avoue que je ne sens plus le même à herboriser dans un jardin." Brief an die Herzogin von Portland 16. Februar 1767. Daß die Pflanzen in der Berührung mit den Menſchen ebenſo verdorben würden, wie dieſe ſelbſt, war Rouſſeaus fixe Idee: „Je n'eus jamais du goût pour les plantes étrangères qu'on ne trouve parmi nous qu'en exil et denaturées dans les jardins des curieux." Brief an Madame de Portland 11. Juli 1776.

[5]) (S. 168.) „J'ai été le premier en terre ferme à célébrer et faire connaître les jardins anglais" . . . Brief von Jean Jacques an die Herzogin von Portland, Paris, 17. April 1772.

[6]) (S. 169.) Rousseau, Œuvres XII. 358. Ueberſetzung nach Janſen S. 33.

[7]) (S. 171.) In der 7. Promenade (Rêveries du promeneur solitaire) beklagt Rouſſeau „l'habitude de ne chercher dans les plantes que de drogues et des remèdes. Theophraste s'y était pris autrement, et l'on peut regarder ce philosophe comme le seul botaniste de l'antiquité; aussi n'est-il presque point connu parmi nous, grâce à un certain Dioscoride, grand compilateur des recettes, et à ses commentateurs . . ."

[8]) (S. 171.) Nach der von Dr. Chabert in Chambery mir durch freundliche Vermittelung von Herrn Malinvaud in Paris gegebenen Auskunft wächſt

Vinca minor noch heutzutage sehr häufig in den Hecken, welche die Straße einfassen, die von Chambery nach dem einst von Rousseau am Abhang „des Charmettes" bewohnten Hause führt. Das kleine Immergrün ist in ganz Savoyen gemein an Hecken, am Rand der Gehölze, an steinigen schattigen Orten bis zu 600 m und schmückt diese mit violetten, lila, blauen oder weißen Blumen; höher hinauf wird es seltener. Das große Immergrün (Vinca major), dessen Heimath am Mittelmeer ist, kommt dort, wie in ganz Frankreich und Deutschland nur als Gartenflüchtling vor.

[9]) (S. 173.) Vergl. Du Bois-Reymond, „Friedrich II. und Rousseau," Deutsche Rundschau, 1879. Bd. XIX. S. 241 ff.

[10]) (S. 174.) Vergl. S. 11.

[11]) (S. 174.) Die von Linné für die Benamung der Pflanzen gegebenen Gesetze theilten mit denen anderer großer Gesetzgeber das Schicksal, daß sie auf die Dauer das Einreißen anarchischer Zustände doch nicht verhindern konnten; es wurde deshalb in einem internationalen, zu Paris 1867 abgehaltenen Kongresse eine Novelle zu dem Linnéschen Kodex beschlossen, die von dem großen Genfer Botaniker Alphons de Candolle († 1893) redigirt, und als „lois de la nomenclature botanique" acceptirt wurde. Seitdem hat sich bereits wieder das Bedürfniß nach neuen Ergänzungen und Abänderungen fühlbar gemacht, die wiederum in einem internationalen, 1892 in Genua versammelten Botanikerkongresse zur Verhandlung gelangt sind.

[12]) (S. 177.) Der Katalog dieses Herbars, von Rousseaus eigner Hand geschrieben, wird jetzt im Berliner Botanischen Museum aufbewahrt, vergl. Erl. 20.

[13]) (S. 179.) Der Mont Pilat (Rousseau schreibt Pila) liegt etwa 20 km südwestlich von Vienne und ist 1434 m hoch; Rousseau beklagt, daß er bei seiner Besteigung nur zwei bis drei Pflanzen gefunden, die ihm besonderes Vergnügen gemacht, vor Allem Sonchus (Mulgedium) alpinus, „der fünf Fuß hoch, von wunderbarem Wuchs und Belaubung, von solcher Pracht der schönen großen blauen Blüthen, daß er wohl verdiente, in die Gärten aufgenommen zu werden" ... Brief an De la Tourette vom 17. Dezember 1769.

[14]) (S. 179.) Der heutige Jardin des plantes in Paris.

[15]) (S. 179.) Vergl. S. 12.

[16]) (S. 180.) Vergl. Rousseaus meisterhafte Charakteristik in Child Harold III. 76—82:

His life was one long war with self-sought foes
Or friends by him self-banished; for his mind
Had grown suspicion's sanctuary, and chose
For its own cruel sacrifice the kind,
'Gainst whom he raged with fury strange and blind:
But he was phrensied by disease or woe
To that worst pitch of all which bears a reasoning show ...

[17]) (S. 180.) Unter dem Titel „Murrays regnum vegetabile" ist die von Johann Andreas Murray in Goettingen 1774 herausgegebene 13. Auflage von Linnés „Systema vegetabilium" zu verstehen, welches die Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten des gesammten Pflanzenreichs nach ihren Charakteren und Verschiedenheiten beschreibt. Da dieses Buch 844 Druckseiten enthält, so ist Rousseaus Absicht, dasselbe auswendig zu lernen, nicht eben ernst zu nehmen.

[18]) (S. 181.) Rousseau giebt eine reizende Beschreibung von einer am 24. Oktober 1776 unternommenen botanischen Wanderung über die Boulevards und die Rue du Chemin vert auf die Höhe von Ménil-Montant, wo jetzt die Todtenstadt des Père la Chaise sich erhebt; dann auf Pfaden quer über Weinberge und Wiesen bis nach Charonne, und auf einem Umwege über die nämlichen Wiesen zurück. Er hat das Glück, zwei sonst um Paris seltene Pflanzen in Menge zu finden, Picris hieracioides und Bupleurum falcatum, und zuletzt eine für hochgelegenes Land noch seltenere Wasserpflanze, Cerastium (Malachium) aquaticum ... Rêveries du promeneur solitaire, 2me promenade.

[19]) (S. 184.) „A peine est-il dans nos plus vives jouissances un instant où le cœur puisse véritablement nous dire: Je voudrais que cet instant durât toujours." Rêveries, 7me promenade.

[20]) (S. 185.) Ueber Rousseaus Herbarium siehe Urban, „Geschichte des botanischen Gartens und des botanischen Museum" in Eichler, Jahrbücher des botan. Museum in Berlin, Bd. I. und meine Beschreibung im Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft 1887. S. 153. Jede Pflanze ist mit schmalen Goldpapierstreifen auf einem in Quart zusammengefalteten Folioblatt befestigt; die eine Quartseite enthält gewöhnlich von Rousseaus Hand den Namen und die Beschreibung der Pflanze, die letztere meist in einer abgekürzten, von Rousseau erfundenen, ideographischen Bilderschrift; auch der Katalog von diesem Herbar, sowie der ersten, durch Rousseau seit 1765 angelegten, 1775 nach England verkauften Sammlung werden in dem nämlichen Spind aufbewahrt.

[21]) (S. 186.) „J'ai herborisé assez heureusement durant mes voyages pour prendre une connaissance passable du règne végétal", Rêveries, 7me promenade.

[22]) (S. 186.) „Fragments pour un dictionnaire des termes d'usage en botanique." Collection complète des œuvres de J. J. R. T. VII. S. 461 f. Genève 1782.

[23]) (S. 187.) Von den im Text erwähnten Namen ist Nikolaos Myrepsos ein alexandrinischer Arzt des XIII. Jahrh.; Arnoldus de Villanova gehört der im XI. Jahrh. in Salerno blühenden medizinischen Schule an: Hildegardis ist die heilig gesprochene Aebtissin des Benediktinerinnenklosters auf dem Rupertsberg bei Bingen (gest. 1178 in ihrem 80. Jahr), welche eine Naturgeschichte (De physica libri IV) geschrieben, und in dieser die als Haus- und Volksheilmittel zu ihrer Zeit benutzten Pflanzen aufgezählt hat. Paulus Suardi war

ein Apotheker aus Bergamo am Anfang des XVI. Jahrhunderts, der einen Thesaurus aromatariorum geschrieben hat.

[24]) (S. 187.) Die von Rousseau hervorgehobenen vier Forscher sind in der That die wissenschaftlich bedeutendsten Botaniker der Renaissance. Valerius Cordus, geb. 1515 zu Siemershausen in Hessen, unternahm, nachdem er die deutsche Flora in allen Gebieten, und insbesondere auch die der Gebirge durchforscht hatte, eine botanische Wanderung durch Italien und starb im 29. Lebensjahre als Opfer der Malaria am Fieber zu Rom; ihm verdanken wir die ersten genauen Pflanzenbeschreibungen. Conrad Gessner von Zürich (1516—1565) war einer der liebenswürdigsten und edelsten Vertreter des Humanismus, mit der für jenes Zeitalter charakteristischen Universalität gleich hervorragend als Arzt, als Philologe, als Zoologe, als Botaniker, er war auch der Erste, der die Flora der Alpen erforschte. Andreas Cesalpino aus Arezzo (1519—1603), Prof. der Botanik in Pisa, war der erste seit den Zeiten des Theophrastos, der die Botanik nicht als bloße Hilfswissenschaft der Medizin auffaßte, sondern in die Organisation der Pflanzen eindrang und aus ihr die Merkmale zur Unterscheidung und Anordnung der Arten entnahm. Carolus Clusius (Charles de l'Ecluse) aus Arras (1526—1609), Leibarzt der Kaiser Maximilian II. und Rudolph II., hatte die Flora Europas nicht nur selber, trotz eines gebrechlichen Körpers, von Lissabon bis Ungarn auf seinen botanischen Forschungsreisen untersucht; es war ihm auch vorbehalten, die Pflanzenschätze des Orients und beider Indien, die zu seiner Zeit in den Gärten von Wien und in den Niederlanden zusammenströmten, als der Erste in die Wissenschaft einzuführen.

[25]) (S. 188.) Johann Bauhin (1541—1613) war Leibarzt des Fürsten von Mömpelgard, sein jüngerer Bruder Kaspar (1550—1624) gleichzeitig ein berühmter Arzt und als Prof. der Anatomie und Botanik eine Zierde der Universität Basel, deren Glanz gegen Ende des XVI. Jahrhunderts die italienischen Universitäten zu verdunkeln begann: beide Brüder wetteiferten in der Beschreibung und Abbildung zahlreicher Pflanzen, die sie auf ihren ausgedehnten Reisen entdeckt oder von ihren über ganz Europa vertheilten Schülern zugeschickt bekommen hatten; in Kaspar gipfelt nach einem Ausspruch des Geschichtsschreibers der neueren Botanik, Julius Sachs, die erste, das XVI. Jahrhundert ausfüllende Epoche der wissenschaftlichen Botanik.

[26]) (S. 188.) Die botanischen Schriften der Griechen und Römer führen nur 500—600 Arten auf; gegenwärtig schätzt man die Zahl der Pflanzenarten auf 150 000—200 000.

[27]) (S. 188.) Um Gartenveilchen von Waldveilchen zu unterscheiden, wußte Kaspar Bauhin sich nicht anders zu helfen, als daß er das erstere „das im März blühende, purpurne Veilchen mit einfacher wohlriechender Blüthe," (Viola martia, purpurea, flore simplici odero), das letztere „das im März blühende, geruchlose, im Walde wachsende" (Viola martia, inodora, silvestris) benannte: seit Linné

heißt ersteres einfach Viola odorata, letzteres Viola silvestris. Rousseau citirt als Beispiel für die Abgeschmacktheit der alten Nomenclatur den Namen eines Nordamerikanischen Grases bei Plucknet, der aus nicht weniger als 25 lateinischen Worten besteht. Die organische Chemie steht noch gegenwärtig auf der Stufe der „nomina sesquipedalia;“ sie hat noch keinen Linné gefunden, der sie daraus erlöste.

[28]) (S. 188.) Im XVIII. Jahrhundert, nachdem die Zahl der bekannten Pflanzenarten durch die genauere Erforschung der europäischen Länder wie der übrigen Welttheile außerordentlich gewachsen war, machte sich mehr und mehr das Bestreben geltend, dieselben nach der natürlichen Methode, das heißt nach ihrer näheren oder entfernteren Verwandtschaft in natürliche Gattungen, diese in natürliche Ordnungen und Klassen zu vertheilen; dadurch wurde eine neue Epoche der wissenschaftlichen Botanik begründet. Die vier von Rousseau genannten Botaniker, welche verschiedenen Kulturvölkern angehören, sind die hervorragendsten Vertreter der in diesem Zeitalter zur Herrschaft gelangten Systeme. Paul Hermann (1640—1695), Professor und Vorsteher des Pflanzengartens in Leyden, hatte als Eintheilungsprinzip die Verschiedenheiten der Früchte zu Grunde gelegt, während August Quirinus Rivinus (Bachmann), Prof. in Leipzig (1652—1723), die wesentlichsten Unterscheidungsmerkmale aus der Gestalt der Blüthen erwählt hatte. Johann Ray (Rajus, 1628—1705) gehörte zu jener zahlreichen Klasse englischer Landgeistlicher, welche in der Stille und dem Frieden ihres Berufes bedeutungsvolle naturwissenschaftliche Forschungen heranreifen ließen; er hat zuerst die Prinzipien der natürlichen Methode klar entwickelt, und für alle Zeiten die fundamentalen Eintheilungen des Pflanzenreichs festgelegt. Joseph Pitton de Tournefort (geb. 1656 zu Aix in der Provence, † 1708 als Direktor des Pflanzengartens in Paris) hatte zwar sein Pflanzensystem auf die künstlichen Merkmale der Blüthengestalten gebaut, aber in der Abgrenzung der Gattungen die natürliche Verwandtschaft der Arten konsequenter als alle seine Vorgänger zu Grunde gelegt und sich bis zum Auftreten Linnés die höchste Autorität in der Botanik erworben.

[29]) (S. 189.) Leonard Plucknet (1642—1706) war ein Londoner Arzt, der sich durch große botanische Werke verdient gemacht hat. Pier. Antonio Micheli (1674—1737) war Gärtner und Botaniker des Großherzogs von Toskana, ein unermüdlicher Sammler, aber auch ein gründlicher Beobachter der Pflanzen, der insbesondere die bis dahin fast ganz unbeachtet gebliebenen niederen Gewächse, die Moose, Flechten, Pilze und Meeresalgen, zuerst mit eindringendem Forscherauge untersucht und so das Reich der Kryptogamen für die Wissenschaft zuerst erobert hat. In Anerkennung dieses Verdienstes haben seine Mitbürger dem bescheidenen Manne in der Kirche Santa Croce zu Florenz in der Nähe von Dante, Michel Angelo, Galilei und anderen Geistesheroen ein Monument errichtet.

[30]) (S. 195.) Ueber Rousseau als Pädagoge vergleiche u. A. die oben

citirte Rede von Du Bois-Reymond, S. 56—61, Deutsche Rundschau, 1879, Bd. XIX. p. 254—255.

[31]) (S. 195.) Der botanische Briefwechsel zwischen der Herzogin von Cavendish-Portland und J. J. Rousseau begann im August oder September 1766; der erste bei Jansen publizirte Brief der Herzogin vom 10. September 1766 nimmt bereits Bezug auf einen von Rousseau empfangenen. In der Zeit, wo dieser unter dem falschen Namen Renou sich wieder in Frankreich aufhielt, unterzeichnet er jene Briefe an die Herzogin als „Herboriste de Mme de Portland" (seit 10. Juli 1767). Der Briefwechsel wurde erst am 11. Juli 1776 von Rousseau abgebrochen, der schon im September 1773 einen Brief der Herzogin bei der Post nicht angenommen hatte, angeblich weil ihm die Handschrift der Adresse unbekannt war; als ihm darauf die unermüdliche Gönnerin das kostbare Prachtwerk des alten Rumph, Herbarium amboinense, und eine Sammlung afrikanischer Sämereien als Geschenk übersandte, schickte er die Kiste sammt dem darin enthaltenen Briefe der Herzogin mit unhöflicher Ablehnung uneröffnet zurück.

[32]) (S. 196.) Brief Goethes an Karl August vom 16. Juni 1782.

[33]) (S. 196.) Goethes sämmtliche Werke. Cotta. 1840. Bd. 36. S. 78—82.

[34]) (S. 197.) Œuvres T. VII. S. 490.

Der Zellenstaat.

Der Zellenstaat.

I.

Nichts ist gewisser, als daß alles Leben dem Altern und dem Tode verfallen ist, und doch widerstrebt nichts mehr unserem Gefühle. In der Kraft der Jugend fühlt unser Körper sich wie für die ewige Dauer geschaffen; warum muß das höchste Kunstwerk mit der Zeit sich abnutzen und zerfallen? Je furchtbarer der Widerspruch zwischen der unerschöpflichen Lebensfreudigkeit und dem unentrinnbaren Schicksal, desto größer die Sehnsucht, die sich ins Reich der Poesie flüchtet und in der Welt des Traumes die unabwendbaren Mächte der Wirklichkeit zu bannen hofft. Ewiger Jugend erfreuen sich die unsterblichen Götter, der Genuß von Nektar und Ambrosia läßt ihren lockigen Scheiteln das Alter nicht nahen. Die nämliche Mythe klingt in anderer Gestalt in den Liedern der Edda wieder, wo Idun den Asen Walhalls täglich die Aepfel darreicht, deren Genuß ihnen die ewige Jugend erhält. Auch der durch die Flammen gereinigte Halbgott Herakles wird unsterblich, nachdem er von Hebe, der Göttin der Jugend, die Schale mit Nektar empfangen. Selbst sterbliche Menschen können

sich durch die Gnade der Götter verjüngen. Als Odysseus nach zwanzigjähriger Irrfahrt, durch unsägliche Leiden gealtert, zur trauten Heimath zurückgekehrt ist, gießt ihm Pallas Athene über Haupt und Schultern blühende Jugend und Schönheit, wie der Künstler Gold über Silber gießt. Wer die geheimen Kräfte der Pflanzen kennt, vermag wohl aus ihnen einen Trank zu bereiten, der den gealterten Gliedern die Jugend wiedergiebt; so verjüngt Medea durch den Lebenssaft magischer Kräuter ihren greisen Vater; bei der Bereitung des Trankes begrünt sich der Holzquirl und treibt Blüthen und Früchte: wo der vom kochenden Gebräu ausgespritzte Schaum hinfällt, da sprossen Kräuter und Blumen hervor.

So die Sage, und wie sie in hundertfacher Gewandung von orientalischer und abendländischer Phantasie ausgesponnen wird, erzählt sie bald von einem Trank, bald von einem Kraut, bald von einer Quelle der Verjüngung. Eine solche aufzufinden, war im Mittelalter die Aufgabe geheimnißvoller Adepten; der Stein der Weisen sollte nicht bloß die Kraft haben, Kupfer in Gold zu verwandeln, sondern auch Todte zu erwecken, Kranke gesund und Greise jung zu machen. Zahlreiche Charlatane, von Apollonius von Tyana bis zum Grafen St. Germain und Cagliostro, behaupteten, das Elixir des Lebens erfunden zu haben, und noch Mehrere haben es ihnen geglaubt. Und nicht bloß in den dunklen Laboratorien der Alchymisten wurde dem Mysterium der Verjüngung nachgeforscht; die Sehnsucht danach trieb ganze Völker zu abenteuerlichen Unternehmungen von historischer Bedeutung. Nach einer alten Sage zogen am Anfang des dritten Jahrhunderts v. Chr. 300 junge Paare unter Anführung ihrer Priester aus China in das östliche Meer, um das Heilmittel aufzusuchen, das unsterblich macht; zwar fanden sie es nicht, aber sie entdeckten die Insel Nippon und gründeten auf dem Archipel des Sonnenaufgangs das japanische Reich. Den spanischen Entdeckern erschien Amerika als das Land der Wunder, wo alle Kindermärchen, alle frommen Wünsche ihre

Verwirklichung finden sollten, es käme nur darauf an, den richtigen Ort zu entdecken. Wie sie das Goldland, El Dorado, in den brasilischen Urwäldern suchten, so wurden Expeditionen unternommen, um die Quelle der ewigen Jugend zu entdecken, die irgendwo in der neuen Welt fließen sollte; bei einem dieser Streifzüge im Jahre 1513, auf dem Tausende umkamen, wurde Florida entdeckt. „Der Durst nach Schätzen und der Wunsch nach Verjüngung," sagt A. v. Humboldt, „haben beinahe wetteifernd die Leidenschaften der Völker gereizt." [1])

Dorado ist inzwischen in Californien, Australien und Südafrika entdeckt worden, reicher an Gold, als die aufgeregte Phantasie jener spanischen Abenteurer träumen konnte; die Quelle der Verjüngung aber ist nicht gefunden worden und kann nicht gefunden werden, wenn man sie an einem bestimmten Orte der Erde sucht. Dennoch ist sie kein Märchen, kein Traumgebilde, es braucht keines Adepten, um sie aufzufinden; sie strömt hell und unerschöpflich — in der ganzen lebendigen Natur.

Die Natur bleibt ewig jung; die Erde schmückt sich in jedem Frühling mit Laub und Blüthen, ganz ebenso frisch und jugendkräftig wie damals, wo sie zum ersten Mal „hervorsprießen ließ Gras und samentragendes Kraut und Fruchtbäume, ein jegliches nach seiner Art". Die Gräser und Blumen freilich, die heuer gemäht oder verdorrt sind, die Blätter und Blüthen, die heut der Sturm vom Baume herabgeweht hat, tragen nicht mehr dazu bei, dem nächsten Frühling sein Kleid zu weben; aber die Natur entlockt den alten Wurzeln neue Sprossen, den alten Stämmen neue Blätter und Blüthen, und so verjüngt sich die Natur mit jedem neuen Jahre. Und wenn das Menschengeschlecht, wenn auch die übrigen Arten der Thiere und Pflanzen, trotz der ungezählten Jahrtausende, wo sie die Erde bewohnen, noch keine Spur des Alterns zeigen, so ist freilich das einzelne Geschöpf vergänglich, es altert und stirbt; aber in die Lücke schieben sich ununterbrochen neue Geschlechter,

so daß die Gesammtheit in jugendfrischer Lebenskraft beharrt. So beruht also die Verjüngung der organischen Natur darauf, daß zwar jedes einzelne Glied nur einen engbegrenzten Entwickelungskreis durchläuft, endlich abgenutzt und ausgeschieden wird, daß es aber durch frische Glieder ersetzt wird, welche den eben vollendeten Kreislauf von neuem durchlaufen.

Wenden wir diese Anschauung, die wir von der Verjüngung der lebenden Natur im Großen und Ganzen gewonnen, auf die Betrachtung eines einzelnen lebenden Wesens an, möge es nun Mensch, Thier oder Pflanze sein, so erkennen wir, daß alles Leben auf einer stetigen Verjüngung beruht. Das Leben ist ein ununterbrochener Kampf mit dem Tode, der dasselbe in jedem Augenblick angreift, aber durch die Verjüngung zurückgeschlagen wird. Nur Täuschung ist es, wenn wir ein lebendes Wesen uns als etwas Beharrendes, seine Erscheinung als etwas Bleibendes vorstellen; das Leben gleicht in Wahrheit einem Wasserfall, der nur scheinbar ein stetiges Bild bewahrt; in Wirklichkeit behält keines der Wassertheilchen seinen Ort, das eine wird immer durch das andere verdrängt und ersetzt; nur in der ewigen Bewegung erzeugt sich das Scheinbild der Ruhe. Das Leben gleicht einer Flamme, die sich rastlos selbst verzehrt und nur dann ein gleichmäßiges Licht ausstrahlen kann, wenn immer neue Theilchen an Stelle der verbrannten treten, um ihrerseits später der Vernichtung anheim zu fallen.

Auch im lebenden Körper ist die Mischung und Lagerung der Stoffe, von denen seine äußere Gestaltung und seine innere Einrichtung abhängt, keinen Augenblick die nämliche; es findet ein ununterbrochener Stoffwechsel statt. Die Theilchen, welche sich in diesem Moment an einem Punkt zusammenfinden, sind im folgenden aus einander gesprengt und durch andere ersetzt. Nur eine Zeit lang fügen sich die Atome, welche den Körper aufbauen, dem Dienste des Lebens; früher oder später verlassen sie denselben, um dem freien Spiele der Anziehungskräfte zu folgen, welche die

Elemente zu den beharrlicheren Verbindungen der unlebendigen Natur zusammenfügen. Darum muß der lebende Körper stets neue Elemente als Nahrung von außen aufnehmen, durch die er seine Verluste ausgleicht, und so innig schieben diese sich an die Stelle der ausgeschiedenen, daß selbst das mit den schärfsten Hilfsapparaten moderner Wissenschaft ausgerüstete Auge des Naturforschers erst nach längerer Zeit bemerkt, daß überhaupt eine Veränderung stattgefunden hat.

In Wirklichkeit aber ist jeder lebende Körper in ununterbrochener Veränderung begriffen, die in einer durch die Vererbung bestimmten Reihenfolge fortschreitet; das Leben gleicht einem Strome, der aus verborgener Quelle hervorspringt, langsam heranwächst, eine Zeit lang in gleicher Stärke dahinfluthet, um endlich mit abnehmender Geschwindigkeit im Meere der Unendlichkeit aufzugehen. Wir bezeichnen die Reihenfolge der Veränderungen, welche jedes lebende Wesen, die Pflanze und das Thier so gut wie der Mensch, durchläuft, als seine Entwickelung; die Entwickelung beginnt mit dem Momente der Erzeugung und endet mit dem Tode.

Aber mit dem Tode des Einzelwesens verschwindet nicht sein Geschlecht; allen lebenden Wesen wohnt die Fähigkeit bei, daß sich ein Theil vom Ganzen ablösen kann, der im Stande ist, sich selbstständig fortzuentwickeln, zu ernähren und durch den Stoffwechsel zu verjüngen. Wir bezeichnen diese Ablösung eines entwickelungsfähigen Theiles vom Ganzen als Fortpflanzung; mit der Fortpflanzung vererbt sich die Entwickelungsgeschichte; der abgegliederte Theil, den wir als Ei oder Spore, als Keim oder Embryo, als Knospe oder Brutknolle bezeichnen, durchläuft im Wesentlichen die nämliche Reihenfolge der Veränderungen, wie das Ganze, von dem er sich abgelöst hat. Aus Gleichem entsteht Gleiches; die Kinder gleichen den Eltern, und da diese wieder ihren Ahnen gleichen, so erhält sich die Art, trotz der Vergänglichkeit der Einzelnen, durch alle Generationen im Wesentlichen unverändert.[2])

II.

Am reinsten und klarsten spricht es sich in der Welt der Pflanzen aus, daß das Leben nichts ist, als eine stetige Entwickelung und eine ununterbrochene Verjüngung. Freilich ist es nicht leicht, das Leben der Pflanzen richtig aufzufassen; halten doch Viele es bloß für eine bildliche und uneigentlich angewendete Redensart, wenn man überhaupt vom Leben der Pflanzen spricht. Die Pflanzen laufen ja nicht fort, wenn man sich ihnen nähert, sie schreien nicht, wenn man sie anrührt; wie können sie da leben? Sie empfinden nicht, sie haben kein Bewußtsein, wie die Thiere; kann man das Leben nennen?

Aber das Bewußtsein ist nur die höchste Aeußerung des Lebens, die an die Thätigkeit eines bestimmten Organs, des Gehirns, gebunden ist; bei dem Kinde entwickelt es sich zur Klarheit erst einige Zeit nach der Geburt, und selbst bei den Erwachsenen schlummert es in gewissen Zuständen des Schlafes und der Krankheit; viele unter den wichtigsten Thätigkeiten des lebenden Organismus treten nie ins Bewußtsein. In einem früheren Vortrage haben wir bereits gezeigt, daß, wenn wir, statt von der obersten Leistung des Lebens auszugehen, uns an seine allgemeinen und wesentlichen Erscheinungen, an Ernährung, Athmung und Stoffwechsel, an Wachsthum, Entwickelung und Fortpflanzung, an Reizempfindlichkeit und Reizbewegung, an Geburt, Altern, Krankheit und Tod halten, die Pflanzen ganz in demselben Sinne lebendig sind, wie die Thiere und die Menschen. Nur dadurch unterscheiden sich die Pflanzen, nicht von den Thieren überhaupt, aber doch von den höheren Thieren, die dem Menschen am nächsten stehen und nach denen wir unsere Vorstellungen über das Thierleben im Allgemeinen zu bilden pflegen, daß bei ihnen die Einheitlichkeit, oder wie wir es mit einem schwerfälligen und doch schwer zu ersetzenden Ausdruck gewöhnlich bezeichnen, die Individualität in viel unvollkommenerer Weise ausgeprägt ist. Das

Säugethier, der Vogel, der Fisch, der Schmetterling ist ein in sich abgeschlossenes, ein einheitliches und untheilbares Wesen; die Zahl seiner Glieder ist beschränkt; selbst Adern und Muskeln sind gezählt; keins kann hinzukommen, keins darf fehlen; nur dadurch, daß sie alle in Wechselwirkung zu einander treten, erhalten sie das Leben des Ganzen, wie ihr eigenes. Im lebenden Thiere treibt das Herz den Blutstrom durch die Gefäße, die Lungen läutern denselben, der Muskel vermittelt die Bewegung, der Nerv die Empfindung; aber aus dem Zusammenhange gelöst, athmet die Lunge nicht, schlägt das Herz nicht, empfindet der Nerv nicht, zuckt der Muskel nicht. Nicht der kleinste Theil kann vom Körper getrennt werden, ohne daß das Ganze litte; die Verletzung eines Gliedes wird gefühlt und ruft Gegenwirkung hervor in allen, auch den entferntesten Gliedern, weil

Alles nur zum Ganzen strebt,
Eins in dem Andern wirkt und lebt.

Ganz anders ist es bei der Pflanze. Zwar erscheint auch der Baum in gewisser Beziehung als ein einheitliches Wesen, wenn er das Netz seiner Wurzeln in den Erdboden einsenkt, den Stamm in die Luft erhebt und ihn oben in das Geflecht seiner Aeste und Zweige ausbreitet. Die Glieder, aus denen der Baum besteht, lassen sich als seine Organe auffassen; der Baum saugt durch die Wurzeln seine Nahrung ein, er athmet durch die Blätter, er pflanzt sich fort durch die Blüthen, Früchte, Samen. Aber diese Glieder stehen unter einander in bei weitem loserem Zusammenhange, als die Organe des Thieres. Schon Goethe hat, indem er das Wesen der Pflanze als Einheit in der Vielheit auffaßte,[3]) auf das Beispiel der Weide hingewiesen; ich kann von einer Weide so viel Blätter abreißen, als ich Lust habe, das Uebrige lebt weiter; ich kann Aeste abschneiden, die stehenbleibenden werden sich um so kräftiger entwickeln; ich kann die Weide über der Wurzel abhauen, der Stumpf wird neue Sprosse treiben; setze ich die wurzellose

Krone in die feuchte Erde, so wird sie sich bewurzeln und fortleben. Um einen Ableger zu bekommen, brauche ich nur die Spitze eines Zweiges einzusetzen, sie wird Wurzel schlagen und weiter wachsen; bei vielen Pflanzen ist sogar jedes einzelne Blatt lebens- und entwickelungsfähig; wenn wir ein Blatt der Wachsblume oder der Citrone mit dem Stiel in die Erde stecken, so bewurzelt es sich, und auf der Oberseite sproßt ein neues Pflänzchen hervor; bei den

Gesnerien entstehen junge Sprosse an jeder Stelle, wo ein Blatt eingeknickt wird, auf den Begonienblättern da, wo die Blattnerven mit einem Messer durchgeschnitten werden; die fleischigen Blätter des Sproßblatt, Bryophyllum, erzeugen, wie schon Goethe beobachtete, aus jeder Einbuchtung ihres gekerbten Randes ein neues Pflänzchen.[4])

Die Pflanze ist daher nicht untheilbar, wie das Thier, ihre einzelnen Glieder sind in viel höherem Maße selbstständig und lebensfähig; wir können das so fassen: das Thier ist ein einheitliches Wesen, jedes seiner Glieder ist bloß Theil, nicht selbst Ganzes, nur Organ, nicht selbst Individuum. Die Pflanze dagegen ist ein

zusammengesetztes Wesen, eine Kette von Einzelwesen, die jedes ein selbständiges Leben besitzen, aber zu einem Gesammtleben höherer Ordnung verbunden sind; die Pflanze ist ein Organismus, dessen Organe selbst Organismen sind.[5])

Ein Bild wird geeignet sein, dieses Verhältniß zu erläutern. Ohne Zweifel verhält sich ein Staat in vieler Beziehung als einheitlicher Organismus, der einen selbstständigen, oft scharf ausgeprägten, im Laufe der Jahrhunderte unveränderten Charakter trägt; der Staat bezeichnet sein Gebiet als ein untheilbares, mithin als ein wahrhaftes Individuum. Jeder Staat hat seine individuelle Entwickelungsgeschichte; er wird begründet, wächst, gelangt zur Blüthe und geht unter; er besitzt seinen Lebenshaushalt, für dessen Funktionen er seine besonderen Organe, seine Beamten unterhält. Auch nach außen hin handelt der Staat als einheitlicher Organismus; der Staat führt Kriege, der Staat begründet gemeinnützige Unternehmungen, vollendet großartige Bauwerke u. s. w. Aber wenn so der Staat als einheitliches Ganzes auftritt, so erscheint er nach der anderen Seite als eine Gliederung von Provinzen; jede Provinz ist ein Staat im Kleinen, ebenfalls in sich organisirt; die Geschichte giebt uns zahlreiche Beispiele, daß die einzelne Provinz unter Umständen sich vom Gesammtstaate abzulösen und als selbstständiger Staatsorganismus fortzubestehen vermag. Die Provinz wieder kann als eine Gliederung von Gemeinden betrachtet werden, welche die kleinsten gesellschaftlichen Vereinigungen darstellen; jede Gemeinde ist ein Staat im Kleinen, mit selbstständigem Haushalt und unter gewissen Umständen sogar befähigt, unabhängig fortzubestehen, wohl auch, wie Rom, Karthago, Venedig gezeigt, zu mächtigen Staaten heranzuwachsen. Legen wir dieses Bild zu Grunde, so können wir das Thier einem straff centralisirten Einheitsstaat vergleichen, dessen Glieder ihre Selbständigkeit gänzlich verloren haben, und wo ein einziger Wille das Ganze beherrscht; die Pflanze dagegen können wir als einen frei organisirten Bundesstaat auffassen,

dessen Glieder unbeschadet der Hingebung an die Gesammtheit sich eine gewisse Selbstständigkeit und Selbstverwaltung gewahrt haben, nach dem Schillerschen Spruch:

Immer strebe zum Ganzen, und kannst du selber kein Ganzes
Werden, als dienendes Glied schließ' an ein Ganzes dich an.

In dem Bundesstaate der Pflanze entsprechen die Laubsprosse, Aeste und Zweige den Provinzen, die Blätter den Gemeinden; aber die Gemeinde ist noch nicht das letzte Glied der Kette; die Gemeinde ist selbst wieder eine Vereinigung von Bürgern. Der Bürger, obwohl Mitglied der Gemeinde und des Staates, ist doch ein selbstständiges Wesen, das zunächst für sich selber lebt, seinen eigenen Haushalt führt; ja alle seine Bestrebungen haben zum nächsten Zweck nur die Erhaltung seiner eigenen Existenz. Aber gerade dadurch, daß der Bürger in berechtigtem Egoismus zunächst sein eigenes Wohl sich zur Aufgabe stellt, greift er zugleich fördernd in das Getriebe des Staatsorganismus ein und trägt zur Erhaltung des Gesammtstaats bei. Jeder Bürger durchläuft seinen selbstständigen Entwickelungsgang von der Geburt bis zum Tode; aber mit dem Tode der Einzelnen stirbt nicht die Gemeinde; an ihre Stelle treten die Nachkommen, die den leeren Platz ausfüllen; in der ununterbrochenen Reihenfolge der Geschlechter verjüngt sich Gemeinde und Staat.

Ebenso ist es im Staate der Pflanze. Wenn wir das Blatt mit der Gemeinde vergleichen, so besteht dasselbe aus einer größeren oder geringeren Anzahl von Einzelwesen, welche als selbstständige Organismen betrachtet werden können. Die Bürger, durch deren Vereinigung der Staat der Pflanze gebildet wird, nennt der Botaniker Pflanzenzellen.

Alle Pflanzen ohne Ausnahme sind in allen ihren Theilen aus Zellen zusammengesetzt, in ähnlicher Weise, wie jedes Bauwerk, der Palast wie die Hütte, in allen Theilen aus Bausteinen besteht. Jede Pflanzenzelle führt ein individuelles Leben; sie hat zunächst

das Bestreben, sich selbst zu erhalten und zu entwickeln; sie ernährt sich selbstständig, sie arbeitet und sammelt Ersparnisse, sie altert, erkrankt und stirbt endlich, nachdem sie in der Regel vorher eine Nachkommenschaft an ihrer Statt zurückgelassen. Indem die Zellen in den Blättern zu Zellgemeinden, diese wieder zu den Provinzen der Laubsprosse sich vereinigen und in lebendigen Wechselverkehr zu einander treten, erhalten sie das Leben der Gesammtpflanze in ähnlicher Weise, wie durch die Wechselwirkung der einzelnen Bürger der lebendige Gesammtstaat ins Dasein tritt. Was wir im Leben der Pflanze im Keimen und Sprossen, im Blühen und Fruchttragen vor sich gehen sehen, sind nur Haupt- und Staatsaktionen in der Entwickelung des Zellenstaats und seiner Bürger.

Diese Bürger des Zellenstaats auch nur wahrzunehmen, reicht freilich unser bloßes Auge nicht aus. Kein Wunder, daß selbst ihre Existenz den Naturforschern bis vor wenig mehr als zweihundert Jahren entgangen ist. Sie wäre noch heute verborgen und damit der Schlüssel für das Verständniß des Pflanzenlebens uns entzogen, wenn nicht der Wissenschaft ein unschätzbares Instrument zu Hilfe gekommen wäre, das Mikroskop.

In der Ausstellung naturwissenschaftlicher Apparate, welche im Jahre 1876 im South Kensington Museum zu London stattfand, war von der wissenschaftlichen Gesellschaft zu Middelburgh (Seeland) ein Instrument ausgestellt, das ein Optikus dieser Stadt, Zacharias, Sohn des Johannes, oder wie er nach holländischer Sitte gewöhnlich genannt wird, Zacharias Janssen, um das Jahr 1590 erfunden haben soll; es ist ein 27 cm langes, 6 cm dickes Rohr von Blech mit großen Glaslinsen an beiden Enden, unter denen ein Floh in neunmaliger Vergrößerung etwa so groß erscheint, wie ein Maikäfer. Mit größerem Rechte wird jedoch die Erfindung des Mikroskops dem Galilei zugeschrieben; bekanntlich hatte der große Forscher, da er Professor in Padua war, sich mit der Konstruktion von Fernrohren beschäftigt; 1610 richtete er ein umgekehrtes Fernrohr als

Vergrößerungsrohr für kleine, nahe Gegenstände ein, mit dem er als der Erste die zusammengesetzten Augen der Insekten sichtbar machte; 1614 verfertigte er ein ähnliches Rohr, das, ein paar Ellen lang, eine Fliege so groß zeigte wie ein Lamm. Durch den holländischen Mathematiker Cornelius Drebbel erhielt das neue Instrument eine handliche Gestalt, die es für den praktischen Gebrauch tauglich machte; 1625 wurde dasselbe von dem päpstlichen Leibarzt Faber, einem Mitglied der römischen Akademie der Luchsäugigen (Lincëi), im Gegensatz zum Teleskop mit dem charakteristischen Namen Mikroskop ausgezeichnet.[6])

Aber während das Teleskop alsbald von den großen italienischen und holländischen Mathematikern benutzt wurde, um die Wunder des Himmels zu enthüllen, dauerte es noch Jahrzehnte, daß das Mikroskop bloß als Spielzeug, als kuriose Augenbelustigung diente, etwa wie heutzutage Kaleidoskop oder Stereoskop. Der geniale Anatom von Bologna, Marcello Malpighi, war der Erste, der in dem Mikroskop ein Werkzeug für wissenschaftliche Forschungen erkannte; mit Hilfe desselben hatte er schon 1661 die feinen Kapillargefäße entdeckt, in denen das durch die Arterien getriebene Blut nach den Venen zurückfließt; als er eines Abends im Sommer 1662, nach der Villa des Markgrafen Ruffo bei Messina wandernd, zufällig einen Splitter aus einem morschen Kastanienbaum abgebrochen und zu Hause unter das Vergrößerungsglas gebracht hatte, fand er denselben zu seiner Verwunderung aus feinen Fasern und Schläuchen zusammengesetzt.

Wetteifernd mit den römischen Lincëi, hatte die Königliche Gesellschaft in London seit ihrer Gründung sich bestrebt, im Geiste der modernen Naturwissenschaft durch Experiment und Beobachtung, mit Hilfe von Mikroskop und Teleskop die verborgenen Geheimnisse der Natur zu enthüllen; ein Mitglied dieser Gesellschaft, Robert Hooke, veröffentlichte 1665 das erste Buch, das sich mit der wissenschaftlichen Erforschung der Welt des Kleinsten beschäftigte und das

er dem König Karl II. Stuart, dem Protektor der Royal Society, widmete. Er hatte entdeckt, daß dünne Scheiben, aus Fichtenholz, Kork oder Hollundermark geschnitten, unter der Vergrößerung des Mikroskops ein ähnliches Bild zeigen, wie zellige Bienenwaben; darum bezeichnete er auch die zierlichen Sechsecke, aus denen jene Pflanzenpräparate zusammengesetzt erschienen, als Pflanzenzellen. Schon sechs Jahre später, am 7. Dezember 1671, legten Marcello Malpighi, der inzwischen seine Forschungen über die Organisation der Pflanzen erweitert und vertieft hatte, und ein Londoner Arzt, Nehemias Grew, der unabhängig von Malpighi sich mit ähnlichen Studien beschäftigte, der Königlichen Gesellschaft von London gleichzeitig die Grundlinien einer neuen Wissenschaft vor, der sie den Namen der Pflanzenanatomie gegeben hatten. Wie dann nach längerer Unterbrechung im Verlaufe des gegenwärtigen Jahrhunderts die mikroskopische Untersuchung des inneren Baues der Gewächse mit außerordentlich vervollkommneten Instrumenten und Methoden, und zwar vorzugsweise und mit größter Meisterschaft durch deutsche Forscher, zur Vollendung gebracht wurde, können wir hier nicht ausführlicher verfolgen.[7])

Dem Mikroskop aber verdanken wir es, daß da, wo das bloße Auge im Körper der Pflanze nur gleichförmige, faserige, holzige oder fleischige Massen wahrnimmt, wir jetzt eine wunderbare Mannigfaltigkeit der zierlichsten Gewebsformen unterscheiden, und daß, wo starre Ruhe zu walten scheint, sich uns eine unbegreifliche Fülle von Lebensvorgängen enthüllt. Das Mikroskop zeigt uns in der Pflanze, die dem bloßen Auge nur undeutliche Zeichen von ihrem inneren Leben zu geben vermag, ein hoch organisirtes, in rastloser Entwickelung und Verjüngung begriffenes Staatsleben.

III.

Den Bürger dieses Staates, die Pflanzenzelle, haben wir uns vorzustellen als einen einfachen Organismus, dessen innere Einrichtung einem Infusorium vergleichbar ist; der Leib der Zelle ist ein weicher, gallertartiger oder schleimiger, meist farbloser Körper; nach außen von einem zarten durchsichtigen Häutchen begrenzt, umschließt er eine große Leibeshöhle, die mit farblosem, auch wohl rothem, blauem oder gelbem, süßem oder saurem Saft erfüllt ist. Jede Zelle enthält außerdem noch einen Zellkern, ein wunderbares Gebilde, dessen zusammengesetzten Bau erst die aufs Höchste verfeinerten Methoden der mikroskopischen Technik in den letzten Jahren sichtbar zu machen vermochten. Der Zellkern gleicht einem kugeligen oder linsenförmigen Körper, in dessen Mittelpunkt sich in der Regel noch ein hellglänzendes Kernkörperchen befindet: die besten Mikroskope der Neuzeit, wie sie in größter Vollkommenheit zuerst Carl Zeiß in Jena herstellte, haben in seinem Innern ein feines Fadennetz erkennen lassen, an dem zahllose Körnchen oder Scheibchen, wie die Perlen an der Schnur aufgereiht sind. Der Zellkern beherrscht die Lebensbewegungen der mikroskopischen Zelle in ähnlicher Weise, wie der Centralkörper die seines Planetensystems.

Pflanzenzelle. Der Zellleib (Cytoplast) enthält einen Saftraum, der von feinen Protoplasmaströmen durchzogen ist; er schließt den Zellkern und viele kleine Farbstoffträger (Chromotophoren) ein und ist von der Zellhaut (Cellulosemembran) rings umgeben.

Den Stoff, aus dem die Zelle ihren Leib aufbaut, nennen wir Urbildungsstoff oder Protoplasma; es ist der wichtigste Stoff der ganzen Natur, denn er allein ist der Träger des Lebens: mit geringer Veränderung, die durch leichte Umwandelung vor sich geht, bildet das Protoplasma nicht bloß den Körper aller Pflanzen-

zellen, sondern auch das Eiweiß und den Dotter des Eis, das Fleisch und das Blut, das Gehirn und die Nerven, die Milch und den Käse, ja selbst Haut und Haar des Tieres; wegen dieser Fähigkeit, sich proteusgleich leicht zu verwandeln, hat man dem Grundstoff des Protoplasma auch wohl den Namen Protein beigelegt; die Chemiker haben in demselben außer Wasser und einer Anzahl Salzen noch eine Menge organischer Verbindungen aufgefunden, die zum größten Theil eiweißartig sind. Während in der unlebendigen Natur fast jede Gesteinsart eine andere chemische Zusammensetzung hat, bildet in der Welt des Lebens ein und derselbe Urbildungsstoff den Körper so der Pflanzen, wie der Thiere bis hinauf zum Menschen. Für das Protoplasma findet der Satz:

„Vier Elemente
Innig gesellt,
Bilden das Leben,
Bauen die Welt"

eine neue bedeutungsvolle Anwendung. Vier Elemente: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff müssen zusammentreten und sich mit einer geringen Menge Schwefel und Phosphor verbinden, um den Baustoff alles Lebendigen zu erzeugen.

Aber wenn die Pflanzenzelle bloß aus weichem Protoplasma bestände, so würde sie nicht im Stande sein, dem Druck und Anprall fremder Körper Widerstand zu leisten; deßwegen umgiebt sie sich mit einer harten Schale; sie verfertigt sich ein Haus oder vielmehr eine Zelle zum Schutze und zur Wohnung. Dieses Haus baut die Zelle sich in ähnlicher Weise wie die Schnecke das ihrige; sie scheidet an ihrer ganzen Oberfläche einen Stoff aus, der alsbald zu einer festen, durchsichtigen Schale erstarrt. Der Stoff der Schale wird Zellstoff oder Cellulose genannt; er unterscheidet sich von dem Urbildungsstoff des Protoplasma dadurch, daß er weder Stickstoff noch Schwefel noch Phosphor enthält, sondern nur aus Kohle und

Wasser, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sich zusammensetzt; er ist in allen Pflanzenzellen der nämliche, in der übrigen Natur kommt er nicht vor; durchsichtig wie Glas, elastisch und unverwüstlich wie Stahl, bildet er den vollkommensten Panzer für den zarten Zellenleib. Wir bezeichnen die aus Cellulose gebildete Schale der Zelle als Zellhaut oder Zellwand, den aus Protoplasma bestehenden Zellleib als Cytoplast. Auch unter starken Vergrößerungen zeigt die Zellhaut keine Oeffnungen oder Spalten; sie schließt den Cytoplasten vollkommen dicht ein; wir können daher die Zelle mit einem Ei vergleichen, das in der festen Schale den weichen, lebendigen Inhalt schützend umhüllt.[8])

1. 2. 3.

Hefepilze.

1. Bierhefe. 2. Obstweinhefe. 3. Weinhefe.

Die Größe der Pflanzenzellen ist sehr verschieden; beim Hollundermark, an den Blättern der Begonien nehmen wir schon mit bloßem Auge ein äußerst zartes Gitterwerk wahr; der Blüthenstaub des Eibisch oder des Kürbis vertheilt sich im Wasser in kleine Stäubchen; mehlige Kartoffeln, Aepfel und Birnen zerfallen beim Kochen, die Mispel und die Schneebeere schon beim Reifen in einen Brei winziger Körnchen; das sind die einzelnen Zellen, die eben an der Grenze der Sichtbarkeit stehen; ein Tropfen Bierhefe dagegen wird unter dem Mikroskop aufgelöst in Millionen runder Pilzzellen, von denen 2000—3000 neben einander noch nicht einen Centimeter einnehmen. Im Durchschnitt mögen die Pflanzenzellen etwa die Dicke eines Haares erreichen, viele nur den dritten oder vierten Theil; andere werden größer und insbesondere weit länger; die einzelnen Fäserchen, aus denen ein Leinen- oder Baumwollenfaden zusammengesponnen ist, sind auch Pflanzenzellen, die zwar außerordentlich schmal, aber bis zu zwei, ja selbst fünf Centimeter lang werden können.

Aber in der Natur ist nichts groß und nichts klein; Raum ist auch in der kleinsten Zelle für die größte Mannigfaltigkeit und Kraftentfaltung des Lebens. In jeder Zelle geht vor sich ein ununterbrochenes Bilden und Umbilden, Entstehen und Vergehen, ein steter Stoffwechsel; die Zelle nimmt Nahrung auf und verarbeitet sie, sie athmet ein und aus; gewisse Atome, die für den Dienst des Lebens unbrauchbar geworden, werden ausgeschieden, an ihre Stelle andere von außen aufgenommen; auf Athmung, Ernährung und Stoffwechsel beruht die Verjüngung der Zelle, von der die Erhaltung ihres Lebens abhängt. Selbstverständlich können es nicht feste Nahrungsstoffe sein, welche die Zelle verwerthet; wir wissen ja, daß dieselbe in einer geschlossenen Schale oder Haut eingekapselt ist; wohl aber kann die Zelle flüssige und gasförmige Nahrung aufnehmen. Sind auch unsere Mikroskope im Allgemeinen nicht im Stande, Löcher in der Zellhaut sichtbar zu machen, so ist doch nicht der geringste Zweifel, daß die Schale der Zelle porös ist, wie ein Schwamm, nur daß ihre Poren unendlich viel feiner sind. Wenn eine Zelle sich in einer Flüssigkeit befindet, so saugt ihre Haut sich voll und giebt von der eingesaugten Flüssigkeit so viel an den in ihrem Innern eingeschlossenen Cytoplasten ab, als dieser zu seiner Ernährung braucht. Aber auch umgekehrt werden gewisse Bestandtheile des Zellsaftes, deren der lebendige Cytoplast nicht selbst bedarf, durch die Poren der Haut nach außen ausgeschwitzt, wo sie dann vielleicht einer Nachbarzelle zu Gute kommen. Auch Luftarten werden durch die feinen Hautporen eingesaugt und Gase, die sich in der Zelle entwickelten, nach außen abgeführt.

Bekanntlich glaubten die alten Naturforscher, daß alle Körper aus vier Elementen zusammengemischt seien, aus Feuer, Wasser, Luft und Erde. Die moderne Physik und Chemie haben freilich die vier Elemente der Alten seit länger als einem Jahrhundert ihrer hohen Bedeutung entkleidet; sie haben uns gelehrt, daß Feuer ein chemischer Prozeß, daß Wasser eine chemische Verbindung, Luft ein Gemenge

zweier Gasarten, daß endlich Erde die Anhäufung verschiedenartiger Gesteine in feinster Vertheilung sei. Aber für das Leben der Pflanzen haben die alten Elemente ihre Bedeutung beibehalten: Erde, Wasser und Luft sind die Nahrung der Pflanzen; Feuer, oder vielmehr das Licht und die Wärme der Sonne sind Kräfte, welche das Spiel des Lebens in ihren Zellen in Bewegung setzen.

Maispflanze in einem Glasgefäß mit Nährlösung gezogen.

Aus den Gesteinstrümmern, aus denen die Erdkrume zusammengeschlemmt ist, lösen sich gewisse Bestandtheile, größtentheils mineralische Salze in dem Wasser, welches als Schnee, Regen oder Thau vom Himmel fällt und die feinen Poren des Bodens durchdringt. Diese Bodenlösung, dieser Bodenextrakt, enthält die wichtigsten Nährstoffe für die Pflanzen. Während man früher meinte, nur der schwarze, an organischen Zersetzungsstoffen reiche Humus der Acker- und Gartenerde sei geeignet, die Pflanzen zu ernähren, hat die Wissenschaft längst ermittelt, daß nicht der Humus selbst eine Pflanzennahrung sei, sondern die mineralischen Salze, die er enthält: das Kali, der Kalk, die Magnesia, das Ammoniak in Verbindung mit der Schwefel-, der Salpeter-, der Phosphorsäure; und gleichwie heutzutage der Arzt dem Fieberkranken, statt des unreinen und unsicheren Extraktes der Chinarinde eine Lösung der rein dargestellten Chinaalkaloide in bestimmten Verhältnissen verschreibt, oder statt des rohen Opiums mit seiner wechselnden Zusammensetzung ein reines Morphiumsalz verordnet, so züchtet auch der Physiologe seine Pflanzen ohne Humus in destillirtem Wasser, in welchem er die nährenden Mineralsalze des Bodens in reinster krystallisirter Form und in zweckmäßig angeordneten Mischungsverhältnissen aufgelöst hat.[9]) Aber die Pflanze lebt auch von der Luft. Bekanntlich sind in zehn Litern atmosphärischer Luft acht

Liter Stickstoff mit zwei Litern Sauerstoffgas gemengt, wozu noch eine geringe Menge Kohlensäure kommt. Zwar den Stickstoff der Luft vermag die Pflanze ebenso wenig zu verwerthen, wie das Thier; er dient nur zur Verdünnung des Sauerstoffs; denn im reinen Sauerstoff erschöpft alles Leben sich allzu rasch. Aber des Sauerstoffs der Luft bedürfen die Pflanzen ebenso sehr wie die Thiere und die Menschen; denn auch bei der einfachsten Pflanzenzelle ist das Leben an die Athmung gebunden, wird Tag und Nacht ohne Unterbrechung Sauerstoff ein- und Kohlensäure ausgeathmet; mit dem ersten Athemzug erwacht der schlummernde Keim, und mit dem letzten erlöscht das Leben. Wie aber die Pflanzenzellen mit Hilfe der Sonne aus der Kohlensäure der Luft die Kohle abscheiden, die den Hauptbestandtheil ihres Körpers und die Hälfte ihres Gewichtes ausmacht, wollen wir in einem anderen Vortrag genauer betrachten.[10])

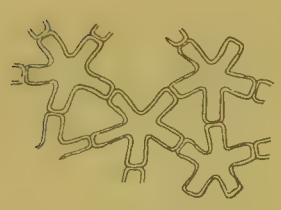
Wasser, Erdsalze, Luftarten werden als Rohstoffe von den Pflanzen eingesaugt; aber im Innern der Zellen verwandeln sie sich in Stärkemehl und Zucker, in Gummi und Holzfaser, in Eiweiß und Kleber, in Oele und Harze, in bunte Farbstoffe, in wirkungskräftige Heilsäfte und in tödtliche Gifte. Denn die Pflanzen besitzen die wunderbare Kraft, die todten Rohstoffe, die ihnen aus der Luft und dem Boden in ihrer Umgebung zuströmen, zu assimiliren, das heißt, sie dem Leben dienstbar zu machen; sie verarbeiten dieselben in ihren Zellen in zusammengesetzte chemische Verbindungen, welche als Baustoffe für ihren eigenen Körper verwendbar und zur Unterhaltung ihres Lebens tauglich sind. Die einfachste Pflanzenzelle besitzt eine Kunst, welche die gelehrtesten Chemiker ihr noch nicht abzulernen vermochten. Zwar kann auch der Chemiker in seinem Laboratorium viele Stoffe künstlich darstellen, welche die Pflanzenzelle ebenfalls hervorbringt; er kann das Stärkemehl der Kartoffel in den Zucker verwandeln, welcher der Weintraube ihre Süßigkeit giebt; diesen wieder kann er in die Fruchtsäuren umbilden,

die erst in Verbindung mit dem Zucker der Beere ihren erfrischenden Wohlgeschmack verleihen; selbst den Duft der Früchte, der Aepfel und Birnen, der Erd- und Himbeeren, ja sogar den feinsten unter ihnen, das Arom der Ananas, bereitet er aus dem Fuselöl, das er aus der Gährung des Zuckers gewonnen hat. Aus Benzoe- und Ameisensäure macht er Bittermandelöl; den scharfen Geschmack des Pfeffers, den ätzenden des Senfsamens vermag er ebenso gut künstlich nachzubilden, als das lähmende Gift des Schierlings oder den narkotischen Saft, den zur Heilung kranker Augen früher nur die Tollkirsche in ihren Beeren präparirte. Aus dem jungen Fichtenholz erzeugt er die aromatischen Krystallnadeln des Vanillin, zu dessen Bildung bisher eine mexikanische Orchidee ihre Schoten hergeben mußte; aus Kalk und Kohle stellt er den Alkohol dar, den früher nur die Hefepilze aus dem in Pflanzenzellen bereiteten Zucker zu erzeugen verstanden; aus der Destillation des Holzes gewinnt er eine brenzliche Flüssigkeit, aus der er die heilsame Salicylsäure gewinnt, deren Erzeugung früher den Blüthen der Spierstaude oder den Rindengeweben der Weide überlassen werden mußte; aus der Salicylsäure macht er nicht nur die dintenbildende Gallussäure, die ehemals nur eine kleine Wespe durch ihren Stich aus den Zellen der Eiche hervorzulocken wußte, sondern auch das würzige Arom des Waldmeisters. Er hat die Arbeit der Zellen in der Krappwurzel überflüssig gemacht, da er die kostbaren Farbstoffe derselben neben hundert anderen prachtvollen Pigmenten aus dem Theeröl und der Steinkohle fabrizirt, und ist eben im Begriff, auch der Indigopflanze ihre Arbeit abzunehmen, indem er den Indigo künstlich erzeugt; er bedroht sogar den Kaffeebaum und den Theestrauch mit gefährlicher Konkurrenz, seit er gelernt hat, ihr belebendes Princip, das Koffeïn, im Laboratorium darzustellen. Aber allen diesen Leistungen des Chemikers, so bewunderungswürdig sie auch sind, liegt doch immer ein Stoff zu Grunde, welcher einmal aus dem lebendigen Laboratorium einer Pflanzen-

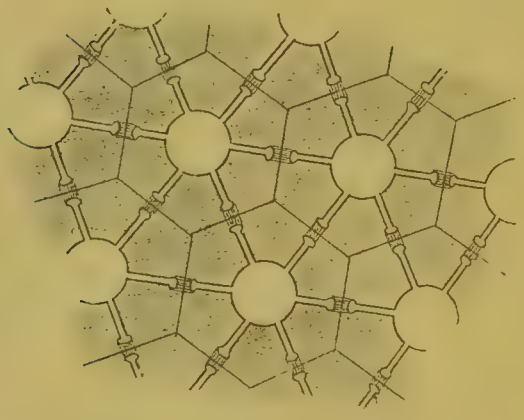
zelle hervorgegangen ist. Und auch hier ist, trotz der unermeßlichen Fortschritte, welche die moderne Chemie in den letzten Jahrzehnten gemacht, ihre Kunst noch immer beschränkt; denn wenn auch, wie wir schon früher gezeigt, der Stoff der Pflanzenzellhaut, die Cellulose, voraussichtlich ebenso gut dereinst im Laboratorium der Chemiker wird erzeugt werden können, wie dies ihnen bereits mit dem Zucker gelungen ist,[11]) so ist doch anscheinend noch keine Aussicht vorhanden, den wichtigsten aller Stoffe, welcher den lebenden Körper aller Thiere und Pflanzen aufbaut, das Protoplasma, künstlich darzustellen. Die Chemie theilt diese Beschränktheit ihrer Mittel mit dem Thiere; kein Thier kann von Luft, Wasser und Erde allein leben, wie die Pflanze; kein Thier kann die einfachen chemischen Verbindungen, wie sie in der unlebendigen Natur vorkommen, zu dem Lebensstoffe Protoplasma zusammenfügen: das Thier muß den Stoff für sein Fleisch und Blut von den Pflanzen beziehen, da es denselben durch die eigenen Lebenskräfte nicht zu erzeugen versteht. Die Pflanzenzellen allein besitzen die Fähigkeit, einfache Verbindungen der unlebendigen Natur in lebensfähige Baustoffe zu veredeln; aber jede Zelle versteht eine andere Kunst, liefert aus den nämlichen Rohstoffen andere Fabrikate. Unendlich mannigfaltig sind die Operationen in den Pflanzenzellen, die wir unter dem Namen des Stoffwechsels zusammenfassen; daher aber auch jene unendliche Mannigfaltigkeit von Stoffen der verschiedensten Wirksamkeit, die alle dem Pflanzenreich entnommen sind. Dicht neben einander im nämlichen Waldesschatten wachsen Hahnenfuß und Waldmeister, Tausendguldenkraut und Tollkirsche; der nämliche Boden giebt ihren Wurzeln Nahrung, die nämliche Luft umspielt ihr Laub, und doch bereiten die Zellen des einen ein ätzendes, die des anderen ein narkotisches Gift, die des dritten bitteren Heilsaft, die des vierten aromatische Würze.

Einen Theil der organischen Baustoffe, in die sie ihre Nahrung umgearbeitet hat, verbraucht die Zelle zu ihrem eigenen Wachsthum;

indem sie wächst, verändert sie häufig auch ihre Gestalt. Aber früher oder später hört das Wachsthum auf, die Zelle ist dann ausgewachsen, sie behält fortan die Gestalt und Größe unverändert bei, die sie einmal erreicht hat, und wird nunmehr Dauerzelle genannt. Sie gleicht dann einer Kugel, einem Ei, einem vielflächigen Krystall; andere Zellen werden flach und viereckig, wie ein Ziegelstein; wieder andere laufen in Strahlen aus, wie ein Stern, oder bilden ein Zickzack, gleich den Mauern einer Festung; viele Zellen strecken sich ausnehmend in die Länge und gleichen langen Schläuchen, Röhren oder Fasern. Auch der innere Ausbau der Zellen ändert sich mit dem Alter; in der Jugend ist ihre Schale zart und dünn, später werden Verstärkungen und Verzierungen angebracht; jene Zellen sind inwendig durch einen hohlen Schraubengang, gleich einer Wendeltreppe ausgesteift; bei diesen verstärken zierliche Ringe, Netze, Leisten oder Gitter die Innenseite. Die meisten Zellen machen es wie die Auster, die mit dem Alter ihre Schale verdickt, indem sie neue Lagen absondert, welche die alten auf der Innenseite bedecken. Natürlich wird die Schale der Zelle um so fester, je stärker ihre Wand verdickt ist; wenn die Höhlung der Zellen fast ganz mit Verdickungsmasse gefüllt ist, können die-



Sternförmige Zellen aus dem Mark der Binse.



Durchschnitt aus der Elfenbeinnuß. Die Wände der sechseckigen Zellen sind sehr stark verdickt und von Porenkanälen durchbrochen, die von einer Zelle zur andern gehen, ohne jedoch sich zu vereinigen; doch sind die Cytoplasten hier durch feine Fäden verbunden.

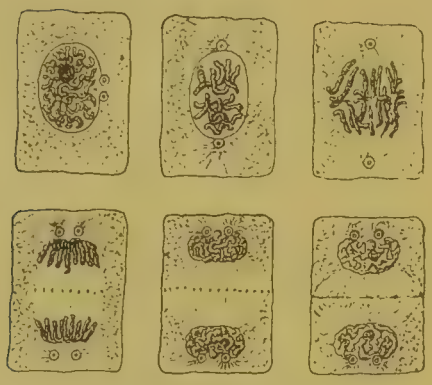
selben an Härte und Festigkeit mit Stein und Knochen wetteifern, wie Eisenholz und Elfenbeinnuß beweisen.

Je dicker aber die Zellwand, desto schwieriger können durch ihre unsichtbaren Poren Flüssigkeiten und Gase hindurchdringen; bei fortschreitender Verdickung müßte der lebendige Cytoplast, welcher die Zelle bewohnt, wegen Mangels an Nahrung endlich verhungern, er würde so sich seinen eigenen Sarg bauen, sich in seinem Zellengefängniß lebendig einmauern. Aber eine wunderbare Einrichtung sorgt dafür, daß die Nahrung der Zelle nicht gänzlich versiegt. Während sich nämlich die Zellwand immer fester und dichter wölbt, bleiben in ihr stets einige Thüren und Fenster offen, durch die der Verkehr mit den Nachbarzellen fortbesteht. Dies geschieht dadurch, daß an einzelnen Stellen die Zellwand sich nicht verstärkt; wenn nun im Laufe der Zeit die Schale immer dicker wird, erscheinen diese Stellen als Poren oder Kanäle, die von dem Innern der Zelle nach außen führen. Und merkwürdiger Weise hat an jedem Punkte, wo ein solcher Kanal die verdickte Zellwand durchsetzt, auch die Nachbarzelle einen Gang durch ihre ebenfalls verdickte Wand offen gelassen, so daß beide Kanäle auf einander stoßen und nur durch eine dünne Scheidewand von einander getrennt sind; durch diese Porenkanäle bleibt daher ihr Verkehr vermittelst feiner Plasmafäden unbehindert fortbestehen.

Nichts desto weniger unterliegt auch die Pflanzenzelle dem Schicksal alles Lebendigen, sie altert und stirbt endlich. Meist überlebt die Zelle einen Sommer nicht; gegen den Herbst werden ihre Lebensthätigkeiten schwächer, allmählich geht der abgestorbene Protoplasmakörper der Auflösung entgegen; solche todte Zellen sind leer, nachdem der Cytoplast, der sie einst bewohnt, zu Grunde gegangen; Luft füllt ihren hohlen Raum, in dem einst Lebenssaft kreiste; die starre unverwesliche Schale, die Zellwand, kann noch Jahre und Jahrhunderte sich erhalten. Der Holzstamm und die Rindenborke unserer Bäume bestehen zum allergrößten Theil aus solchem ab-

gestorbenen, leeren Zellgemäuer; dieses bildet durch seine festen Wände das Gerüst, von welchem das Gewicht der lebendigen Krone getragen wird, ähnlich dem Kalkgerüst riffbauender Korallenpolypen, das nur an seinen äußersten Enden lebendige Bewohner trägt.

So lange die Zelle sich in jugendlichem Alter befindet, besitzt sie die Fähigkeit, sich fortzupflanzen; wie ein Regenwurm sich in zwei Hälften theilt, deren jede zu einem selbständigen Wurm erwächst, so spaltet sich auch die Pflanzenzelle in zwei Tochterzellen, indem eine Scheidewand mitten durch ihren Leib gezogen wird; nunmehr treten die beiden Töchter an die Stelle der Mutter und setzen mit verjüngter Kraft deren Lebensthätigkeit fort. Bei dieser Theilung der Zellen beobachten wir unter dem Mikroskop wunderbare innere und äußere Bewegungen im Cytoplasten, erregt von dunklen Kräften, die vom Kern der Zelle ausstrahlen; der Theilung der Zelle geht allemal eine Theilung ihres Zellkerns voran.[12]) Niemals entsteht eine Zelle anders, denn als Tochter einer Mutterzelle, niemals ein Zellkern anders, denn aus der Theilung eines vorher vorhandenen Zellkerns. Nie und nirgends findet in der Pflanze eine Neuschöpfung organisirter Gebilde statt; selbst die allereinfachste Organisation setzt das Vorhandensein einer früheren Organisation voraus; die Natur besitzt nicht die Kraft, lebendige Gestalt aus Ungestaltenem neu zu erzeugen.

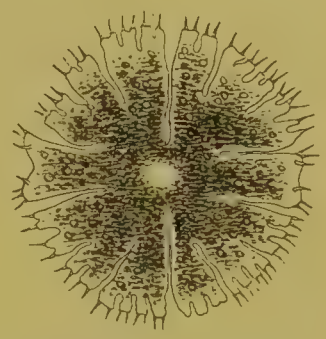


Fortpflanzung der Zellen durch Zweitheilung.

Der Zellkern geräth in Bewegung, spaltet sich unter steten Umwandlungen in zwei Tochterkerne, worauf eine Scheidewand den Raum der Mutterzelle durchschneidet und diese in zwei Tochterzellen theilt. Nach Strasburger.

IV.

Das ist in seinen Hauptzügen der Haushalt der Pflanzenzelle: so lange sie lebt, arbeitet sie, Tag und Nacht, ohne auszuruhen; sie athmet und ernährt sich durch Aufnahme flüssiger und gasförmiger Nährstoffe, sie verwerthet dieselben zu den mannigfaltigsten Produkten, sie verstärkt und verdickt ihre Schale, jedoch so, daß sie mit ihren Nachbarn in lebendigem Verkehr bleiben kann, sie pflanzt sich fort, indem sie sich in zwei Tochterzellen theilt, sie altert endlich und stirbt. Werfen wir nun noch einen Blick auf die Einrichtungen und Gesetze, nach denen die Zellen in organischer Verbindung mit einander als Bürger eines Gesammtstaats wirken und schaffen.



Einzellige Alge Micrasterias (Sternscheibe) im grünen Schlamm des Torfwassers.

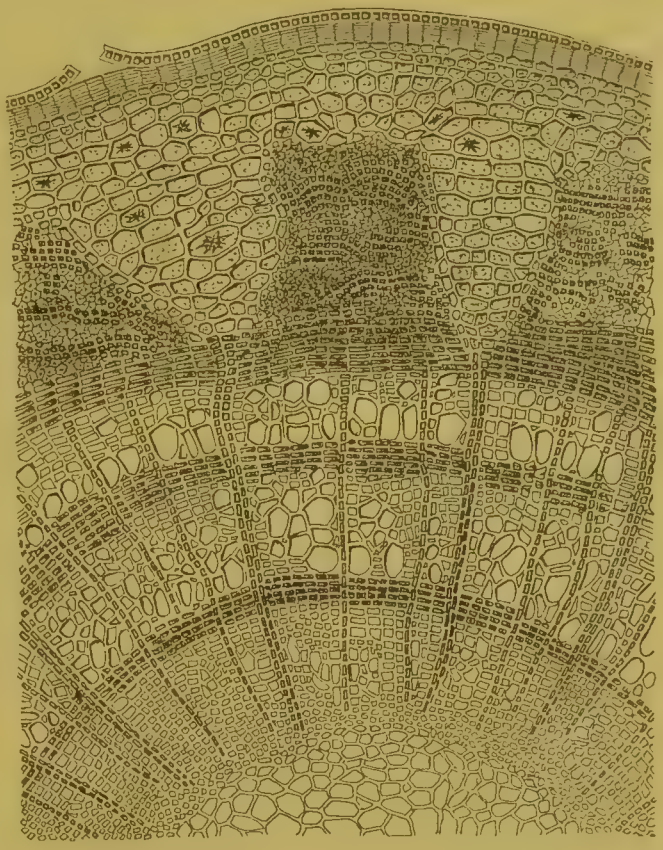
Wie es Waldbienen giebt, die nicht zu einem Stocke zusammentreten, wie es wilde Menschenstämme giebt, wo die Einzelnen ohne gesellige Verbindung in den Wäldern umherschweifen, so giebt es auch Pflanzenzellen, die ihr ganzes Leben vereinzelt dastehen; alle Zellen verrichten in gleicher Weise die sämmtlichen Lebensgeschäfte, die freilich höchst primitiv und keiner Vervollkommnung fähig sind; ihre Brut bleibt nicht in gesellschaftlichem Verbande, sondern trennt sich in lauter freie Einzelwesen. Solche Pflanzen, die zu allen Zeiten aus einfachen Zellen bestehen, nennen wir einzellige; wir finden sie unter den niedrigsten Formen der mikroskopischen Welt, unter den Algen und Pilzen. Der grüne Ueberzug, der die Felsen, die Baumstämme, die Schindeln der Dächer färbt, wird unter dem Mikroskop in unzählige grüne Kugelzellen aufgelöst; der braune Schaum, der auf sonnenbeschienenen Teichen oder Gräben schwimmt, die

Hefepilze, welche die Gährung, die Bakterien, welche die Fäulniß veranlassen, sind solche einzellige Pflänzchen.

Im Allgemeinen aber ist die Pflanzenzelle so gut wie der Mensch ein ζῶον πολιτικόν, ein geselliges Wesen, das nur im Staatsleben seine wahre Bestimmung erfüllt. In den allermeisten Gewächsen, von dem Moose bis zum Eichbaum, treten eine unglaubliche Anzahl von Zellen zusammen, um einen geordneten Staat zu bilden; die Zahl der Zellen in einem kleinen Kraute kann sich mit der Einwohnerzahl der mächtigsten Reiche messen; in einer Kartoffel von fünf Centimetern Durchmesser leben wenigstens zehn Millionen Zellen mit einander; ein Fichtenstamm von fünfundzwanzig Metern Höhe und einem viertel Meter Durchmesser, dessen innerer Bau durch große Gleichförmigkeit sich auszeichnet und daher eine ziemlich genaue Schätzung gestattet, enthält über hundert Milliarden Holzzellen.

Der leitende Gedanke, welcher die Pflanzenzellen zu einem Staatsorganismus verknüpft, ist der nämliche, wie im Bienenstaate oder im Staate der Menschen: die Theilung der Arbeit. Jede einzelne Zelle besitzt zwar ihr individuelles Leben und durchläuft ihren besonderen Entwickelungsgang; aber sie übernimmt nicht mehr alle Lebensaufgaben, sondern sie beschränkt den Kreis ihrer Thätigkeit, um im kleineren Bezirk größere Vollkommenheit zu erreichen; in diesem aber arbeitet sie nicht für sich allein, sondern auch für die anderen, während diejenigen Lebensbedürfnisse, für deren Beschaffung sie bei ihrer einseitigen Thätigkeit nicht selbst sorgen kann, ihr von den anderen geboten werden. Daher vertheilen sich die verschiedenen Leistungen auf die verschiedenen Zellen so, daß die einen dieses, die anderen jenes Geschäft zu ihrem Hauptberuf, zu ihrer eigentlichen Funktion machen. So ordnen sich die Zellen des Zellenstaates in verschiedene Berufskreise, gewissermaßen in verschiedene Stände, die sich gegenseitig in die Hände arbeiten, Einer für Alle, Alle für Einen. Je vollständiger die Arbeits-

theilung durchgeführt ist, desto besser kann jede Zelle für das Geschäft sich ausbilden, dem sie vorsteht; desto vollkommener werden ihre Arbeitsleistungen, desto mannigfaltiger und feiner ihre Erzeugnisse, desto höher organisirt ist der Zellenstaat, desto höhere Stellung nimmt die ganze Pflanze ein in der Rangordnung der Gewächse.



Querschnitt aus einem Lindenzweig zeigt die verschieden ausgestalteten, zu verschiedenen Geweben verbundenen Zellen, welche Rinde, Bast, Jahresringe des Holzes, Mark und Markstrahlen zusammensetzen. Nach Kny.

Wie im Bienenstock zwar alle Bürger des kleinen Staates Bienen sind und doch in verschiedener Weise an der Erhaltung des Ganzen sich betheiligen, so auch im Zellenstaat der Pflanze. Es giebt geschlechtslose Arbeitszellen, wie es geschlechtslose Arbeitsbienen giebt; andere Zellen dagegen sorgen, als geschlechtliche Wesen, gleich den Drohnen und der Königin, für die Nachkommenschaft und begründen einen neuen Stock.

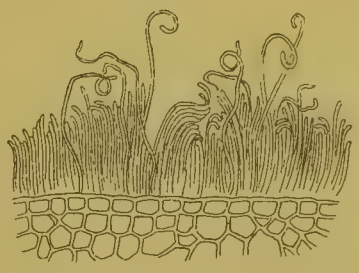
In der Pflanze sind die Zellen, welche verschiedenen Lebensberufen vorstehen, nicht ordnungslos im Stock zerstreut, sondern es gesellen sich stets eine größere oder kleinere Zahl von Zellen,

die für diese oder jene Verrichtung besonders befähigt sind, zu einander und bilden ein Gewebe. Die Pflanzenanatomen unterscheiden drei Hauptarten von Geweben, deren jedes einer anderen Aufgabe, einem anderen Berufe vorsteht und für diesen sich spezialisirt; das Grundgewebe wird von den Zellen gebildet, welche die eigentlichen Arbeiter im Staate sind; zum Leitgewebe gehören diejenigen Zellen, denen das Transportwesen obliegt; zum Hautgewebe diejenigen, welche den Schutz des Zellenstaates gegen die Außenwelt übernommen haben. Als vierte Klasse können wir noch das Vermehrungsgewebe bezeichnen, wo die Zellen in der Fortpflanzung begriffen sind und, durch fortgesetzte Theilung sich vermehrend, neue Kolonien, neue Wurzeln und Knospen, neue Blätter, Blüthen und Samen erzeugen.

Der Zellenstaat ist, um mit Herbert Spencer zu reden, nach dem Typus eines Industriestaats organisirt, wo zahllose fleißige Arbeiter in demokratischer Gleichberechtigung neben einander thätig sind, um die werthlosen Rohstoffe der todten Natur zu veredeln und in die kostbarsten und mannigfaltigsten Erzeugnisse des Lebens umzuwandeln. Das Grundgewebe repräsentirt im Zellenstaate gewissermaßen den Nährstand; in den Zellen des Leitgewebes ist der Handel vertreten; denn diese befassen sich damit, auf wohlgebahnten Kommunikationswegen selbst die entlegensten Theile des Gebietes rasch und reichlich mit Nahrungsmitteln und Rohmaterialien zu versorgen und die fertigen Fabrikate zu exportiren. Aber ein wehrloses Reich wird eine leichte Beute seiner Feinde, darum unterhält der Zellenstaat, obwohl friedlich und aller Eroberung fremd, in den Zellen seines Hautgewebes einen kräftigen Wehrstand, gewissermaßen ein stehendes Heer, dem die Vertheidigung des Gesammtstaats an seinen Grenzen obliegt.

Wie einst Sparta sich am sichersten durch die lebendige Mauer seiner Bürger geschützt glaubte, so auch der Zellenstaat. Die Zellen des Hautgewebes bilden einen fest geschlossenen Grenzkordon, durch

den kein Regentropfen, kein schädlicher Gashauch, kein feindliches Thier, keine Krankheit erzeugende Pilzspore eindringen darf; oft sind sie mit harten Kieselpanzern gerüstet; fast immer sind sie in wasserdichten Stoff gehüllt; nicht selten tragen sie eine Bekleidung von feinen, zierlich gelockten Wachsnadeln, die dem bloßen Auge wie ein bläulicher Hauch erscheint. Sie haben keinen anderen Beruf, sie leisten keine andere Arbeit, als in lückenloser Reihe feindliche Angriffe abzuwehren.[13]) Einzelne dieser Zellen treten über die Linie hervor, indem sie ihren Angreifern schneidend scharfe Waffen, haarspitze Stacheln oder Dornen entgegenstrecken, oder sie verflechten sich zu verworrenen Verhauen, in denen die Füße feindlicher Ameisen oder Blattläuse stecken bleiben. Bei mancher jener Stachelwaffen ist die Spitze vergiftet, gleich dem Pfeil des Wilden, dem Zahn der Schlange, dem Stachel der Biene; berührt unsere Hand die Blätter einer Nessel, so brechen



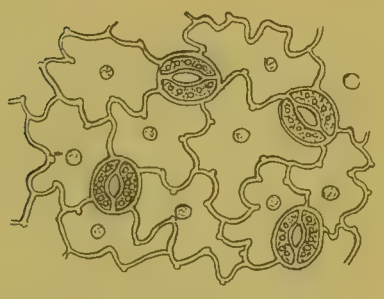
Oberhaut des Zuckerrohrs, mit feinen Wachsnadeln bedeckt. Nach Debary.

Brennhaar einer Nessel. In der scharf zugespitzten kegelförmigen Haarzelle bildet das Protoplasma ein feines Stromnetz; der Saftraum enthält ein ätzendes Gift, das beim Abbrechen der spröden Haarspitze in die kleine Hautwunde sich ergießt.

Haarpelz des Wollkrauts. Nach Tschirch.

die spröden Glasspitzen der fein zugeschärften Brennhaare ab und bleiben in der Hand stecken; in die unsichtbare Wunde ergießt sich das Gift, eines der stärksten, welches Natur und Wissenschaft zu brauen vermögen; denn das winzigste Tröpfchen aus der Spitze eines Nesselhaares erregt brennenden Schmerz.

Die Zellen des Hautgewebes schließen so fest an einander, daß sie, wie die Glieder einer tapferen Phalanx, sich eher zerreißen, als von einander trennen lassen; nur als zusammenhängende Schicht kann man dieselben von den übrigen Geweben ablösen, als eine dünne Haut, die sich von allen Pflanzentheilen abziehen läßt und als Epidermis oder Oberhaut bezeichnet wird. An vielen Stellen jedoch ist die lebendige Zellenmauer von runden Oeffnungen, Spaltöffnungen, gewissermaßen von Pforten durchbrochen, die durch ein Zellenpaar, wie durch zwei Thorflügel geschlossen werden können; klaffen dagegen die beiden Schließzellen aus einander, so wird dadurch Gasen und Dämpfen der Ein- und Ausgang ins Innere gestattet.



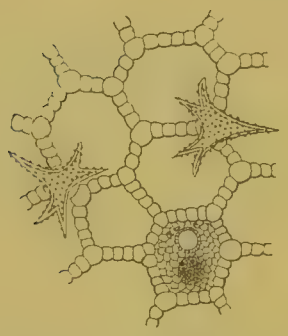
Oberhaut von der Unterseite des Kartoffelblatts. Die welligen Zellen schließen fest in einander; die Spaltöffnungen durchbrechen die Oberhaut und können durch ein Schließzellenpaar regulirt werden.

Wie einst das römische und noch heut das chinesische Reich, so ist auch der Zellenstaat der Pflanze von der Außenwelt durch seine Zellenmauer abgeschlossen; und er hat ihres Schutzes auch von Nöthen, denn auch er hat „Feinde ringsum“: Menschen und Thiere aller Art, die oft zu einer einzigen Mahlzeit viel tausend Pflanzenleben vernichten; aber die gefährlichsten Gegner sind verkommene Glieder des eigenen Reichs. Denn nicht alle Pflanzen ernähren sich von friedlicher Arbeit; es giebt unter ihnen auch Raubgesindel, das zu ehrlichem Schaffen unfähig, lieber im Verborgenen auflauert und selbst den Mord nicht scheut, um ihre

Beute auszuplündern. Diesen Gesellen der Finsterniß — wir nennen sie Schmarotzerpflanzen oder Parasiten, und die größte Mehrzahl gehört zur Klasse der Pilze — ist der Stempel der Verworfenheit auf die Stirne gedrückt; sie tragen nicht den Schmuck des grünen Laubgewandes, wie ihre friedlichen Schwestern, die unter dem Licht der Sonne Wiesen, Felder und Wälder bewohnen; von bleicher Färbung und widerlichem Geruch, schleicht ihr spinnwebartiges Fadengeflecht im Dunkeln, bis es ihnen gelingt, ein Opfer zu überfallen, auszurauben und niederzumachen. Hier gilt es nun, die Kraft der lebendigen Mauer zu erproben, der die Vertheidigung des Zellenstaats anvertraut ist; so lange dieselbe unversehrt bleibt, wird der Ansturm zurückgeschlagen; aber in die kleinste Lücke drängen sich die hartnäckigen Feinde. Wehe dem Baum, dem der Wind einen Zweig abgebrochen, oder den des unvorsichtigen Gärtners Messer beim Beschneiden allzusehr verletzt hat. Auf der offenen Wundfläche siedeln bald Pilze sich an, deren Keime unsichtbar in den Lüften schwimmen und mit dem Staube herniederfallen; es dauert nicht lange, so durchwuchert ihr Fadengespinnst das ganze Zellengebäude des Stammes; äußerlich scheinbar gesund, aber im Innern vermodert, bricht er beim nächsten Sturm zusammen. Gleich jenen fürchterlichen mongolischen Horden, die so oft aus ihren centralasiatischen Steppen beutegierig und zerstörungslustig ausschwärmten, die friedlichen Gefilde des arbeitsamen Westens überschwemmten und überall Tod und Verwüstung hinter sich ließen, giebt es auch Pilzhorden, Brand- und Rostpilz, Mehlthau, Kartoffel- und Traubenpilz, die von Zeit zu Zeit mit unglaublicher Schnelligkeit sich über unsere Kulturen ergießen, die Ernten in ganzen Ländern verwüsten und selbst durch den Ocean sich in ihren Verheerungszügen nicht lange aufhalten lassen, da es ihren staubfeinen Keimen früher oder später gelingt, von einem Welttheil zum anderen hinüberzufliegen. Gegen solche Feinde hält auch die Zellenmauer der Oberhaut nicht Stand; massenhaft lagern sich die

Pilzkeime an der Außenseite; so lange die Luft trocken, können sie nichts anhaben; aber der erste Regen oder Herbstnebel bringt sie zur Entwickelung; durch die Thore der Spaltöffnungen drängen ihre Keimfäden sich in das Innere oder schaffen mit Gewalt sich Einlaß, indem sie die nächsten Oberhautzellen tödten, um dann unter den schutzlosen Arbeitszellen mit ungezügelter Raub- und Mordlust zu wüthen.

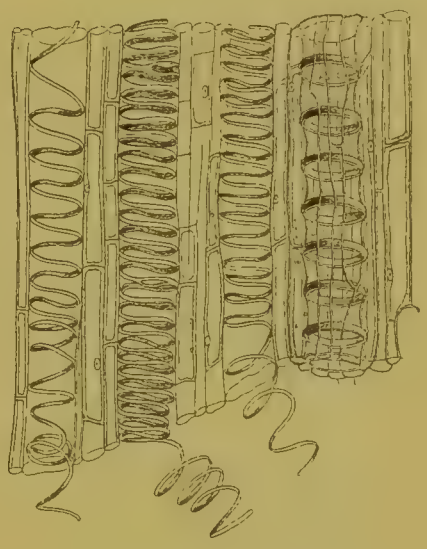
Aber in friedlicher Zeit können im Zellenstaat der Pflanze unter dem Schutz der Oberhautzellen die übrigen Bürger ungestört sich ihren Geschäften überlassen. In enger Verbindung schließen sich die Zellen des Grundgewebes an einander, welche von dem eigentlichen Arbeitervolk bewohnt werden; zwischen diesen Zellen verläuft in zahllosen Verzweigungen ein System von feinen Kanälen, die netzförmig unter einander verbunden sind und durch die Flügelthore der Spaltöffnungen nach außen münden. Auf diesem Wege werden den Zellen die Luftarten zugeleitet, die sie zu ihrer Ernährung und Athmung bedürfen, und hierhin entweichen diejenigen Gase, welche von den Zellen ausgeathmet und nach außen abgeleitet werden sollen. So wird in jedem Augenblick das ganze Zellengebäude gelüftet.



Querschnitt aus dem Stengel der Teichrose (Nymphaea); Luftkanäle, von regelmäßigem Zellengemäuer begrenzt, bewirken die Ventilation. Nach Sachs.

Die flüssigen Nährstoffe aber werden den Arbeitszellen durch das Leitgewebe in einem besonderen System von langgestreckten Röhren, Fasern und Schläuchen zugeführt, welche inwendig durch Schraubenbänder, Ringe oder Netze ausgesteift und in Stränge und Bündel vereinigt sind; sie durchziehen sämmtliche Organe: Wurzeln, Stengel, Aeste, Blätter, und werden als Leitstränge oder Gefäßbündel bezeichnet; wir erkennen sie am leichtesten in den Blättern, indem wir sie gegen das Licht halten, wo sie das zierlichste Geäder bilden.

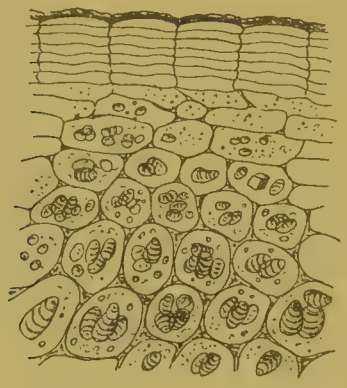
Diese Leitstränge sind auch die Kommunikationswege, in denen die von den Arbeitszellen des Grundgewebes erzeugten Produkte nach anderen Stellen hin transportirt werden, wo sie zum Verbrauch kommen. So herrscht im Zellenstaat der Pflanze eine Geschäftigkeit ohne Ende, wie in einem Bienenstocke; Gase treten ein und aus; Säfte kreisen auf und nieder, es wird eingesaugt und verdampft, gebraut und verfeinert, Neues gebildet, Altes umgewandelt oder zerstört, keinen Augenblick ist Stillstand und Ruhe. So lange die Zellen leben, sind sie fleißig; hören sie auf zu schaffen, so ist ihr Tod nahe. Niemand ahnt, wenn er vor einer Pflanze steht, welch rastlose Geschäftigkeit in ihrem Innern wirkt, weil die Zellen still ihre kunstvolle Arbeit verrichten, nicht summen und nicht ausfliegen, wie die Bienen. Aber sie haben es auch nicht nöthig; kommen ihnen doch die Nahrungsstoffe des Bodens in Wasser gelöst von selbst entgegen oder werden ihnen von den Lüften zugetragen.



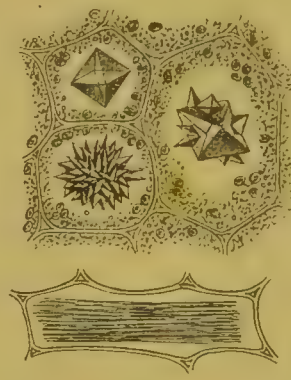
Leitstränge (Gefäßbündel) aus dem Stengel der Maispflanze, bestehen aus Spiral- und Ringgefäßen und aus Siebröhren.

Alle diese inneren Bewegungen im Zellenstaat werden von den nämlichen Triebkräften erregt, die heutzutage mit unwiderstehlicher Gewalt auch die Strömungen in den Staaten der Menschen beherrschen. Sobald eine Zelle einen Stoff besitzt, der ihren Nachbarzellen mangelt, ja, wenn sie auch nur etwas mehr hat als diese, so tritt sofort eine Spannung ein; die Nachbarn suchen dem bevorzugten Genossen seinen Ueberfluß zu entziehen; sie wollen nicht dulden, daß Einer mehr hat, als die Anderen; sie streben danach, die völlige Gleichheit des Besitzes durchzusetzen. In Wirk-

lichkeit wird dieser Gleichgewichtszustand, der ein völliges Stillstehen aller Lebensbewegung zur Folge haben würde, niemals erreicht; auch wehrt jede Zelle sich dagegen, von ihrem Besitz an die Genossen abzugeben, indem sie die Ausfuhr, oft auch die Einfuhr nach Kräften erschwert; nicht selten gelingt es einer einzelnen Zelle oder einer Verbindung von solchen, große Reichthümer werthvoller Stoffe aufzusammeln und gegen alle Theilungsgelüste fest zu halten; oft



Querschnitt aus einer Kartoffel.
Die Zellen des Grundgewebes sind mit großen eiförmigen Stärkekörnern erfüllt und nach außen von den wasserdichten Zellschichten der Korkschale vor dem Vertrocknen geschützt.



Krystallzellen.
In jeder Zelle ist ein Krystall von oxalsaurem Kalk in Gestalt eines Octaeders (Briefcouvert), einer Morgensterndrüse oder auch in feinen Nadelbündeln eingeschlossen. Nach Kny.

finden wir mitten in farblosen, inhaltsarmen Geweben vereinzelte Zellen oder Zellengruppen, die durch den Besitz gefärbter Säfte, durch Aufspeicherung von Stärkemehl, Zucker, Schleim, Krystallen, aetherischem Oel, Harz oder Gerbstoff vor ihrer Umgebung bevorzugt sind.

Mit besonderer Gier suchen alle Zellen sich des Wassers zu bemächtigen, sie nehmen so viel davon auf, daß sie straff gespannt sind, wie eine überfüllte Blase; wenn die Kirsche, die Weinbeere prall sich anfühlt und selbst Blätter und Stengel sich steif und straff halten, so liegt dies daran, daß ihre Zellen von wasserreichem

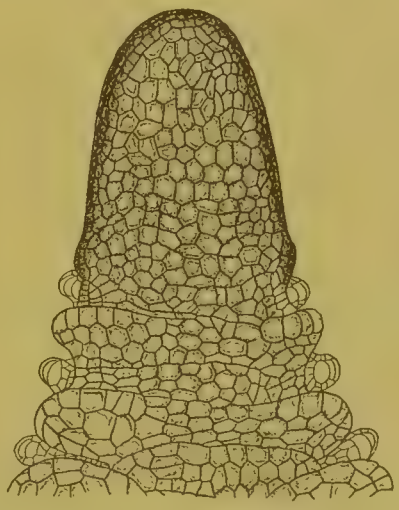
Säfte strotzen, daß sie, wie der Botaniker sagt, Turgor besitzen. Nur wenn im Sommer der Boden ausgetrocknet, und die Sonne mit sengender Glut die Verdunstung der Blätter über das Maß steigert, verlieren die Zellen ihren Turgor, die ganze Pflanze hängt welk und schlaff; sobald aber der Regen die Erde durchfeuchtet, saugen die Zellen der Wurzeln gierig das Bodenwasser ein, und wenn sie dasselbe auch nach den sozialen Gesetzen, die den Zellenstaat regieren, alsbald wieder an Stengel und Blätter abgeben müssen, so dauert es doch nicht lange, bis die sämmtlichen Zellen sich mit Wasser gesättigt und die ganze Pflanze in Folge dessen den verlorenen Turgor wieder gewonnen hat.[14])

Gleich wie die Bienen nicht allen Honig, den sie eintragen, selbst verbrauchen, sondern einen großen Theil in besonderen Zellen als Wintervorrath aufsammeln, so wird auch in der Pflanze ein Theil der Zellen zur Aufspeicherung von Nahrungsvorräthen bestimmt. Auch der Zellenstaat legt in guter Zeit mit weiser Vorsicht Kapitalien zurück für den Bedarf der Zukunft. Beim Herannahen des Winters entledigen sich die Blätter durch Vermittelung der Leitstränge des größten Theils ihrer Erzeugnisse, indem sie dieselben in unterirdische Magazine schaffen; nun füllen sich die Zellen der Wurzelstöcke, der Knollen und Zwiebeln, welche, von der Erddecke geschützt, den Frost nicht zu fürchten haben, mit reichen Vorräthen von Stärkemehl, Schleim, Zucker, Eiweiß und anderen werthvollen Nahrungsmitteln, die im kommenden Frühjahr zur Zeit großen Bedarfs, beim Austreiben des Laubes und der Blüthenknospen wieder verbraucht werden. Wenn wir eine Kartoffel verspeisen, so verwenden wir zu unserer Ernährung die Vorräthe von Stärkemehl, welche das Jahr vorher die vorsorgliche Mutterpflanze für die Triebe des nächsten Frühlings in ihre Zellen eingetragen hatte; wir verfahren hier ebenso, als wenn wir den Bienen im Herbste einen Theil ihres Honigs rauben, den sie für die Proviantirung ihres eigenen Staates eingesammelt hatten.

Die kurze Lebensdauer der einzelnen Zellen hat zur nothwendigen Folge, daß ein Pflanzentheil, eine Zellengemeinde, in welchen gegenwärtig ein lebendiger Bildungsprozeß thätig ist, im folgenden Jahre meist abgelebt ist und für ihre Verrichtungen untauglich wird. Daher ist der Zellenstaat in beständigem Absterben begriffen: die Blätter, die im Sommer ihre Arbeit verrichten, sind im Herbst welk und fallen ab; aber auch die Zellen der Wurzel, die damals die Bodenflüssigkeit einsaugten, die Zellen des Stammes, die sie nach oben leiteten, sind inzwischen gealtert; sie sind verholzt, wie der Botaniker sich ausdrückt; ihre Cytoplasten verfallen der Auflösung; wie in einem verlassenen Klostergebäude stehen alle Zellen leer.

Ein großer Theil der Gewächse überlebt in der That nicht das erste Jahr: die meisten Kräuter keimen im Frühjahr, blühen im Sommer, reifen im Herbst ihre Samen und sind im Winter zu Grunde gegangen. Die Bäume dagegen, die Sträucher und die Stauden haben eine geordnetere Finanzverwaltung; sie sammeln bis zum Herbst im Stamm oder in den Wurzeln Vorräthe auf, die erst im nächsten Frühjahr wieder zur Verwendung kommen. Wenn das gesammelte Lebenskapital nach den ersten warmen Tagen flüssig gemacht ist, so sind es nicht mehr die alten Zellen, welche von Neuem das Geschäft seiner Verwerthung übernehmen können; die Pflanze füllt nicht frischen Most in alte Schläuche, sie bildet sich neue Zellen, neue Organe für den Beruf der neuen Zeit. Hier treten jene Gewebsmassen in Wirksamkeit, die wir oben als Vermehrungsgewebe bezeichnet haben, weil daselbst die Zellen, in ununterbrochener Zweitheilung begriffen, ihre Zahl stetig vermehren und dadurch neue Zellgemeinden, neue Kolonien begründen. An den Wurzeln bilden sich neue Spitzen und Seitensprossen, deren junge Zellen mit frischer Kraft die Nährstoffe des Bodens einsaugen: im Stamme entsteht frisches Leitgewebe zwischen Holz und Rinde, das einen neuen Jahresring darstellt. Auch an der Spitze der Aeste und

Zweige und am Grunde der Blätter hat eine großartige Verjüngung sich vorbereitet; an diesen Stellen nämlich erheben sich mikroskopische Hügel, aus Vermehrungsgewebe gebildet, wo durch Theilung unzählige neue Zellen entstehen; nach einem angeerbten Bauplan sprießt an jedem dieser Zellhügel in zierlichster Anordnung eine gewisse Zahl von Höckern hervor. Jeder Hügel ist die Anlage eines Stengels, die Höcker, die aus ihm hervorwachsen, sind die Anlagen von Blättern; das ganze Gebilde ist am Grunde umgeben von derben Schuppen und heißt nun Knospe; die zarten Blattanlagen im Innern werden durch die Knospenschuppen gegen Frost und Wetter gewahrt. Die Knospen wurden im Sommer angelegt, im Herbst sind sie vollendet, während des Winters ruht ihre Entwickelung, im nächsten Frühjahr erwacht das Leben in den schlafenden Knospen; der Schuppenpanzer, der jetzt überflüssig geworden, wird abgeworfen, die Blättchen recken und strecken sich und breiten sich in Luft und Licht freudig aus; das Stengelchen verlängert sich mehr und mehr; es währt nicht lange, und die Knospen sind zu jungen Zweigen ausgesproßt, in deren frischem Laube, erregt vom Lichte der Sonne, die rastlose Arbeit der Zellen wieder beginnt, oder die in wunderbarer Metamorphose als Blüthenzweige jene geschlechtlich entwickelten Fortpflanzungszellen hervorbringen, welche durch eine Reihe geheimnißvoller Vorgänge einen neuen Zellenstaat begründen. Wenn der im Samen eingeschlossene



Knospenkegel der Wasserpest (Elodea canadensis).

An dem Zellhügel, in dem die Vermehrung der Zellen durch Zweitheilung stattfindet, sprossen seitlich kleine Höcker, die Anlagen von Blättern hervor. Die Knospenschuppen am Grunde sind abgeschnitten. Nach Kny.

Keim von der Mutterpflanze sich ablöst, um auf fremdem Boden ein neues Leben zu beginnen, so stellt er gleichsam eine Kolonie dar, die der mütterliche Zellenstaat in die Ferne entsendet, wo sie festwurzeln und nach den ererbten Traditionen sich zu selbstständiger Blüthe entwickeln soll. Und auch hier bewährt sich die Fürsorge des Mutterstaats; der auswandernden Zellengemeinde, die den Pflanzensamen darstellt, werden reiche Vorräthe kräftigen Nahrungsstoffes mit auf den Weg gegeben, von denen sie zehren kann, bis sie erstarkt in der neuen Heimath durch eigene Kraft und Arbeit sich selbst zu erhalten vermag.[15])

So ist der Zellenstaat der Pflanze in ununterbrochener Verjüngung begriffen; der einzelne Bürger, die Zelle, ebenso wie die Gemeinde, das Blatt, haben nur ein kurzes Leben; aber der Gesammtstaat kann in ewiger Jugend Jahrhunderte überdauern. Wo die Hand des Menschen oder die Elemente nicht einen gewaltsamen Tod herbeiführen, da überlebt der Zellenstaat, wie so viele uralte Riesenbäume zeigen, die mächtigsten Reiche der Menschen.

Geistvolle Sozialpolitiker haben den Versuch gemacht, die Entwickelung und die Wechselbeziehungen der menschlichen Gesellschaft durch die Vergleichung mit einem lebenden Wesen und seinen Zellen zu erklären.[16]) Wir haben hier den entgegengesetzten Weg eingeschlagen, indem wir umgekehrt uns bemühten, das Leben der Pflanze und ihrer Zellen durch den Vergleich mit einem Staatsorganismus und seinen Bürgern verständlich zu machen. Wir versuchten zu zeigen, daß, was der Mensch als höchstes Ideal seines selbstbewußten Strebens in den Kämpfen der Weltgeschichte vor Augen hat, in stiller Vollendung in der Welt der Pflanzen vorgebildet sei. Es ist die Darstellung eines idealen Staates, der die einzelnen Bürger nach ihrer eingeborenen Natur sich frei entwickeln und gleichberechtigt am Wohl des Ganzen mitarbeiten läßt, der den Gemeinden, den Provinzen ihre Selbstverwaltung schützt und sie doch den höheren Interessen und Gesetzen der Gesammtheit

in jedem Augenblicke unterordnet, der gegen den äußeren Feind wehrhaft gerüstet, in seinem Innern Eintracht und Frieden wahrt, der die durch gemeinsame Arbeit aller Bürger gesammelten Kapitalien zum Gedeihen und zur Fortentwickelung des Ganzen verwendet, ohne sie von Einzelnen ausbeuten zu lassen, der in unermüdlicher Thätigkeit nirgends einen Stillstand duldet und in ununterbrochener Verjüngung die Jahrhunderte überdauert, immer wachsend, immer blühend und immer Frucht tragend. So verstehen wir das Wort des Dichters:

Suchst du das Größte, das Höchste? Die Pflanze kann es dich lehren:
Was sie willenlos ist, sei du es wollend: das ist's.

Erläuterungen.

[1]) (S. 209.) „Kein Fluß, kein Teich in ganz Florida blieb unversucht, wo Spanier sich nicht gebadet hätten, und noch zu Herrera's Zeit (um 1600) gab man die Hoffnung nicht auf, den Jugendbrunnen zu entdecken." Peschel, Geschichte des Zeitalters der Entdeckung, p. 521. Bekannt ist die humoristische Darstellung des Jungbrunnen auf dem Bilde von Lucas Cranach vom Jahre 1546 in der Gemäldesammlung des alten Museums in Berlin (Nr. 592).

[2]) (S. 211.) Vergl. Alexander Braun: Betrachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung in der Natur. Freiburg i./B. 1849/50.

[3]) (S. 213.) Vergl. S. 118.

[4]) (S. 214.) Vergl. S. 131 und 154.

[5]) (S. 215.) Daß viele niedere Thiere in ganz ähnlicher Weise zertheilbar sind, wie die Pflanzen, hat schon im vorigen Jahrhundert Trembley durch seine berühmten Versuche mit den Süßwasserpolypen bewiesen. Die nahe verwandten Korallenthierchen sind zusammengesetzte Wesen ganz in derselben Weise, wie die Pflanzen; man kann den Baum geradezu als Polypenstock auffassen.

[6]) (S. 218.) Vergl. Saccardo: L'invenzione del microscopio, Malpighia. V. 1891. S. 40 und Il primato degli Italiani nella Botanica. 1893. S. 47.

[7]) (S. 219.) Vergl. S. 20 und 36 Erläuterung 26.

[8]) (S. 222.) Der Satz, daß die Zellhäute der Pflanzen keine sichtbaren Poren besitzen, erleidet nach den Ergebnissen neuerer Untersuchungen, die wir in erster Linie Frommann in Jena (1879), Tangl in Czernowitz (1880), Gardiner in London (1882), Russow in Dorpat (1883) und Kienitz-Gerloff in Weilburg (1891) verdanken, eine wesentliche Einschränkung; durch Anwendung neuer Methoden ist diesen Forschern der Nachweis gelungen, daß die Wände fast aller Pflanzenzellen von äußerst feinen Löchern siebartig durchbrochen sind; in Folge dieser Einrichtung stehen in einer Pflanze die Cytoplasten aller Zellen mit einander in Verbindung durch dünne Fäden, die durch die Löcher der Scheidewände hindurch von einem Cytoplasten zum anderen gespannt sind. Es ist anzunehmen, daß die von außen auf die Pflanze einwirkenden Reize durch diese feinen Verbindungsfäden, wie in einem Telegraphennetz, von Zelle zu Zelle sich fortpflanzen und entsprechende Reizbewegungen auslösen. Vgl. S. 51 u. f.

[9]) S. (224.) Die Kultur der Pflanzen in Nährlösungen ähnelt dem bekannten Treiben der Hyacinthen in Gläsern, deren Wurzeln in Wasser tauchen. Schon am Anfang dieses Jahrhunderts hatte Theodor de Saussure an Landpflanzen Versuche mit Wasserkulturen angestellt (vgl. S. 16); seit 1860 wurde, und zwar zuerst von Julius Sachs und Knop durch das Experiment nachgewiesen, daß die verschiedensten Landpflanzen: Mais, Hafer, Erbsen, Bohnen, ebenso gut wie Bäume: Fichten, Weiden, Ahorn, Kastanien, sich in destillirtem Wasser züchten lassen, wenn demselben die unentbehrlichen Nährstoffe in Gestalt chemisch reiner, krystallisirter Salze zugesetzt worden sind. Diese „Kulturen in Nährlösungen" werden gewöhnlich in großen Glasgefäßen mit jungen Keimpflanzen angestellt, deren Wurzeln in der Nährlösung sich in der Regel in besonderer Ueppigkeit und reichster Verzweigung entwickeln, und die im Laufe der Zeit zu kräftigen Pflanzen heranwachsen, blühen, Früchte und Samen reichlich ausbilden. Die Erfahrung hat ergeben, daß die meisten Pflanzen auf das Beste gediehen, wenn man zur Bereitung der Nährlösung 1 Gramm Kalisalpeter, $^1/_2$ Gramm Bittersalz (Magnesiumsulfat), $^1/_2$ Gramm Gips (Kalksulfat) und $^1/_2$ Gramm Kaliumphosphat in 1 bis $1^1/_2$ Liter destillirtem Wasser auflöst; doch muß man der Lösung noch ein paar Tropfen eines Eisensalzes (gewöhnlich Eisenchlorid) zusetzen, weil sonst die Pflanzen chlorotisch werden, d. h. an Bleichsucht erkranken, ihre gesunde grüne Färbung nicht erhalten, sondern blaßgelb aussehen und schließlich zu Grunde gehen. Manche Pflanzen bedürfen auch noch Kochsalz, andere auch Kieselerde, oder sie gedeihen doch kräftiger, wenn ihnen diese Stoffe als Nahrung dargeboten werden. Dagegen braucht die Nährlösung keine Spur einer Kohlenstoffverbindung zu enthalten, da die meisten Pflanzen den gesammten Kohlenstoff, der, wie gesagt, etwa die Hälfte ihres Trockengewichts ausmacht, aus der Kohlensäure der Luft abscheiden. Da die in der sehr verdünnten Nährlösung enthaltenen Salze bald von der wachsenden Pflanze verbraucht werden, so muß die Nährlösung von Zeit zu Zeit erneut, auch muß das gläserne Kulturgefäß verdunkelt werden, weil sich sonst grüne Algen in ihm entwickeln, die der Kulturpflanze einen Theil ihrer Nahrungsstoffe entziehen würden.

[10]) (S. 225.) Vergl. den Vortrag: „Licht und Leben."

[11]) (S. 227.) Vergl. S. 49 und S. 68 Erläuterung 7.

[12]) (S. 230.) Obwohl schon 1835 Hugo Mohl (Tübingen) die Theilung der Zellen bei einer Süßwasseralge beschrieben hatte, so gelangte man doch erst ein bis zwei Jahrzehnte später zur Gewißheit, daß Zweitheilung die gewöhnliche Vermehrungsweise aller Zellen, pflanzlicher wie thierischer, sei. Aber erst seit 20 Jahren ist mit größerer Vollständigkeit die ganze Reihenfolge innerer Bewegungen ermittelt worden, welche in den Pflanzenzellen während ihrer Theilung vor sich gehen, nachdem zuerst 1874 Leopold Auerbach (Breslau) und Anton Schneider (Gießen) die wunderbaren Figuren sichtbar gemacht hatte, welche in steter Umgestaltung der Zellkern im Ei gewisser Würmer während des Furchungs-

prozesses annimmt. Seitdem hat sich herausgestellt, daß die Pflanzenzellen bei der Theilung ganz gleichartige Entwickelungsvorgänge durchlaufen, wie die Zellen der Thiere; jede neue Entdeckung auf diesem Forschungsgebiete von Seiten der Zoologen hat sofort auch von Seiten der Botaniker, unter denen Strasburger (Bonn) und Guignard (Paris) das Meiste geleistet, ihre Bestätigung gefunden, und umgekehrt. Die Enthüllung dieser wunderbaren Vorgänge ist hauptsächlich dem Umstande zu verdanken, daß in den Cytoplasten und in den Zellkernen die feinsten Strukturverhältnisse, die im frischen Zustand unsichtbar sind, sofort scharf und klar hervortreten, wenn man die Zellen durch einen Farbstoff färbt. Denn alsbald nehmen gewisse Bestandteile der inneren Zellenorganisation den Farbstoff rascher und reichlicher auf als die übrigen, und treten in Folge dessen mit intensiverer Färbung hervor. Leopold Auerbach hat 1890 sogar nachgewiesen, daß, wenn man Zellen in ein Gemisch von rothen und blauen Farbstoffen, z. B. in eine Lösung von rothem Fuchsin und Methylenblau bringt, bestimmte Formbestandteile ganz ausschließlich nur das Roth, andere nur das Blau aufnehmen und sich dem entsprechend ganz verschieden färben, daß man daher zwischen Roth liebenden (erythrophilen) und Blau liebenden (kyanophilen) Substanzen in der Zelle unterscheiden kann. Wir müssen uns hier darauf beschränken, aus dem dramatischen Verlauf der Vorgänge, welche die Erzeugung zweier junger Zellen in der alten herbeiführen, die wichtigsten Scenen herauszuheben. Wenn eine Zelle sich theilen soll, geräth zuerst ihr Kern in Bewegung; er vergrößert und verdichtet sich und geht aus der kugeligen in die Form einer Spindel über, an welcher eine bestimmte Zahl (4, 8, 12, 16 und mehr) Fasern, meridianartig von Pol zu Pol verlaufend, sichtbar werden. Gleichzeitig hat sich der im ruhenden Kern als Knäuelnetz zusammengerollte Kernfaden aus einander gewickelt und in Segmente zergliedert, deren Zahl den Spindelfasern gleichkommt; die einzelnen Kernfadenstücke krümmen sich hakenförmig und ordnen sich im Aequator der Kernspindel mit einwärts gerichtetem Bogen in eine sternförmige Figur, dann spalten sie sich der Länge nach, ein jedes in zwei gleiche Hälften. Nun wandert längs der Spindelfasern die eine Hälfte der gespaltenen Fadensegmente zu dem einen, die andere zum anderen Pol der Kernspindel; hier verbinden sie sich unter einander und gestalten sich zu zwei neuen Kernen. Inzwischen tritt im Aequator der Kernspindel eine feine Platte auf, die zu einer vollständigen Querwand auswächst und den Cytoplasten mitten durchschneidet; dadurch ist die Zelltheilung vollendet, die Mutterzelle in zwei Tochterzellen getheilt, jede mit eigenem Kern ausgerüstet. Nach kurzer Zeit gerathen auch diese Kerne wieder in Bewegung, und indem sie dieselbe Reihenfolge der Veränderungen durchlaufen, führen sie zu einer neuen Zweitheilung: aus der Mutterzelle gehen zwei Tochterzellen, aus dieser vier Enkelzellen, dann acht Urenkelzellen hervor und so fort: daher vermehrt sich die Zahl der Zellen im Vermehrungsgewebe (Meristem) rasch steigend in Potenzen von 2. Vergl. die Figur S. 230.

[13]) (S. 235.) Die Oberhaut schützt die saftigen Gewebe, welche von ihr bedeckt sind, gegen das Vertrocknen dadurch, daß sie die nach außen gerichteten Wände ihrer Zellen mit einem wasserdichten Stoff (Cutin oder Suberin) durchtränkt, und dieselben gleichzeitig um so stärker verdickt, je heißer die Sonne und je spärlicher der Ersatz des verdunstenden Wassers aus der Bodenfeuchtigkeit zu erwarten ist. Pflanzen der Wüsten und Steppen, der Felsen und Mauern zeichnen sich durch eine außerordentlich dicke Oberhaut aus; ebenso die immergrünen Laubbäume wärmerer Länder, welche eine heiße, regenlose Sommerzeit überdauern müssen. Der Wachsüberzug, der den Blättern von blaugrüner Färbung (Eucalyptus, Echeveria, Zuckerrohr u. a.) zukommt, dient den nämlichen Zwecken und besteht aus krystallinischen Nadeln, die bei der Wachspalme, der Wachsmyrika zu dicken Wachskrusten verschmelzen. Durch starke Verkieselung der Oberhaut zeichnen sich die Schachtelhalme, die Gräser und Riedgräser aus; doch sind auch viele Laubblätter z. B. vom Gummibaum, Hopfen, Nessel, Deutzia u. a. sehr stark verkieselt.

[14]) (S. 241.) Durch eine Reihe von Untersuchungen, die in den Jahren 1826—1837 veröffentlicht wurden, hat zuerst Dutrochet nachgewiesen, daß Aufnahme und Ausscheidung von Flüssigkeiten und Gasen durch die Zellen, daß auch die Einsaugung der Bodenflüssigkeit durch die Wurzeln, der Kohlensäure und des Sauerstoffes durch die Blätter, daß selbst der Auftrieb der Säfte im Stamm durchaus nicht Wirkungen einer besonderen Lebenskraft, daß sie überhaupt gar nicht an das Leben gebunden sind, sondern daß sie auf den allgemeinen Gesetzen der Diffusion beruhen, die in gleicher Weise auch in der anorganischen Natur Geltung haben. Wenn wir Alkohol vorsichtig auf Wasser gießen, so daß er obenauf schwimmt, so finden wir gleichwohl nach einiger Zeit beide Flüssigkeiten mit einander gemischt; da dieselben nämlich sich gegenseitig anziehen, tritt bei der Berührung zwischen ihnen eine Spannung ein, welche eine doppelte Bewegung auslöst; der Alkohol geht abwärts zum Wasser, das Wasser steigt aufwärts zum Alkohol; diese Vorgänge, die wir eben als Diffusion bezeichnen, dauern so lange, bis die Mischung überall die gleiche Dichtigkeit erlangt hat; alsdann ist ein Gleichgewichtzustand eingetreten, mit dem jegliche Diffusionsströmung aufhört. In gleicher Weise diffundirt die konzentrirte Lösung von Zucker oder von einem Salz in das darüber stehende Wasser, bis diese Stoffe sich gleichmäßig im Wasser vertheilt haben. Auf Diffusion beruht es auch, wenn die in einer offenen Glasflasche enthaltene Kohlensäure in die Atmosphäre entweicht und an ihre Stelle gewöhnliche Luft in die Flasche tritt, oder wenn Wasser aus der Luft Gase aufnimmt und selbst dagegen in die Luft verdunstet. Ist eine Salzlösung in einem Gefäß eingeschlossen, dessen Wände ganz oder theilweise aus ungebranntem Thon oder Gips, aus thierischer Blase oder pflanzlicher Zellhaut bestehen und demnach porös sind, so diffundirt das Salz durch die Poren der Wand zum Wasser, sobald das Gefäß in dieses eintaucht; wir bezeichnen die Bewegung des Salzes aus dem

Gefäß heraus zum Wasser als Exosmose. Gleichzeitig strömt aber auch Wasser in das Gefäß hinein; dies wird als Endosmose bezeichnet; beide Vorgänge werden als Osmose zusammengefaßt. Gewöhnlich halten Exosmose und Endosmose sich nicht das Gleichgewicht; meist überwiegt die Endosmose, indem das Salz eine stärkere Anziehungskraft zum Wasser besitzt und deßhalb die Menge des Wassers, das zum Salz strömt, größer ist als die des austretenden Salzes; dieser Ueberschuß übt einen hydrostatischen Druck auf die Wand des Gefäßes; hierauf beruht eben der Turgor der Pflanzenzellen und der von diesen gebildeten Gewebe. Der Membran der Pflanzenzellen wohnt nicht nur die Fähigkeit bei, die Osmose in hohem Maße herabzumindern, sondern auch dieselbe für gewisse Stoffe gänzlich zu verhindern; in solchem Falle nimmt die Zelle den betreffenden Stoff von außen überhaupt nicht auf; oder, wenn er sich in ihrem Innern befindet, läßt sie ihn nicht austreten, sondern speichert ihn auf; aber auch diese Eigenschaften, die im Haushalt der Pflanzen eine bedeutende Rolle spielen, sind nicht an das Leben gebunden, sondern wohnen in gleicher Weise auch künstlichen, aus anorganischen Stoffen im Laboratorium erzeugten Zellen bei, wie sie zuerst der geniale Chemiker Moritz Traube 1867 dargestellt hat.

[15]) (S. 244.) Gleich wie die Eier aller Thiere im Dotter Nahrungsvorräthe für den Embryo, so auch enthalten alle Pflanzensamen große Vorräthe von Bildungsstoffen (Stärkemehl, fettes Oel, Eiweiß, Kleber); diese sind entweder in den Zellen der Keimblätter oder Kotyledonen aufgespeichert, die dann dick, fleischig sich ausbilden, wie in der Eichel, der Kastanie, der Bohne und anderen Hülsenfrüchten, oder sie sind in einem besonderen Nährgewebe (Endosperm) abgelagert, das den Embryo rings umschließt (Dattelkern, Kaffeebohne), oder dem der Embryo seitlich anliegt (Weizen und überhaupt alle Grassamen). Beim Keimen werden diese Stoffvorräthe flüssig gemacht und zur Ernährung der jungen Keimpflanze verbraucht; erst wenn diese ihre Würzelchen in der Erde befestigt und die grünen Laubblätter im Licht entfaltet hat, ist sie im Stande, ihre organischen Baustoffe aus der anorganischen Nahrung selbst zu bereiten.

[16]) (S. 244.) Vergl. Herbert Spencer, Descriptive Sociology or Groups of social facts. London, 1874, 5 vols.; und Principles of Sociology, Lond. 1876.

Dr. A. G. F. Schaeffle, Bau und Leben des socialen Körpers, Encyklopädischer Entwurf einer realen Anatomie, Physiologie und Psychologie der menschlichen Gesellschaft mit besonderer Rücksicht auf die Volkswirthschaft als socialem Stoffwechsel. Tübingen, 1878.

Licht und Leben.

Licht und Leben.

I.

Sobald der Schleier der Nacht von Osten anhebend sich langsam von der Himmelswölbung zurückrollt, und der Fluthstrom des Lichts immer mächtiger anschwellend sich über die Welt ausgießt, so treten auf der dunkel grundirten Tafel des Erdkreises die Konturen von Berg und Thal hervor, erst in tiefblauer Untermalung, dann mit rothen und violetten Tinten übergangen, und das ganze Landschaftsbild glänzt in frischen Farben vollendet, ehe noch der Sonnenball über den Horizont rollt. Keine Naturerscheinung ergreift tiefer das Gemüth des Menschen; keine erregt mächtiger die Seelenkräfte zu schöpferischer Gestaltung. Mit poetischem Hauch wird selbst die prosaischste Landschaft von der Morgenbeleuchtung verklärt; wer aber vom Gipfel des Rigi die Eiszinnen der Hochalpen über der purpurblauen Mauer des Vorgebirges im Frühlicht aufglühen, oder von den Orangengärten Sorrents aus die Rauchsäule des Vesuvs über dem blühenden Golf Neapels in der Morgen-

beleuchtung rosig sich färben, oder auf einsamer Meerfahrt die Sonne aus dem Schooß des Oceans emportauchen sah, der hat einen Eindruck empfangen, dessen Glanz in der Seele niemals auslöscht. Von jeher versuchten begabtere Geister solche Eindrücke künstlerisch zu gestalten, wenn auch auf verschiedenen Wegen, je nach den Mitteln, über welche die verschiedenen Künste gebieten. Daß ein Dichter, wie Goethe oder Uhland, die gehobene Stimmung des frühen Morgens in thaufrischen Liedern ausklingen ließ, wen nimmt das Wunder? Aber auch ein Claude Lorrain verstand es, die ganze Poesie der Morgenbeleuchtung auf seine Leinwand zu übertragen, und ein Hildebrandt, selbst die Farbengluth des Sonnenaufgangs unter tropischem Himmel im Aquarell auszustrahlen. Doch vielleicht in nicht minder leuchtenden Tonfarben malte Haydn den Kampf des Lichts mit der Nacht, die wogenden Nebel der Morgendämmerung und den in der vollen Glorie des Triumphs emporsteigenden Sonnenball. Einen andern Weg betrat Guido Reni, als er die Gestalten der Morgenröthe und des jungen Tages mit unvergleichlichem Liebreiz ausstattete; ihm folgte Schinkel, da er die Vorhalle des alten Museums in Berlin mit gedankenreichen Fresken schmückte. Ein Michel Angelo hat sogar gewagt, des sonnigen Tags und der düstern Nacht, der träumenden Morgendämmerung und des schwärmerischen Abends Riesengestalten in kaltem, weißem Marmor zu verkörpern, wie das später mit geringerem Genie, aber größerer Anmuth Thorwaldsen in seinen berühmten Reliefs gethan; und noch in den letzten Jahren hat der begabte Künstler, der die Gruppen an der Brühlschen Terrasse in Dresden gebildet [1]), sich mit Glück an derselben Aufgabe versucht.

Anders als in der Phantasie der Künstler gestalteten sich die Eindrücke des Sonnenaufgangs in dem Geiste der Urvölker, die zuerst sich an die kulturgeschichtlichen Aufgaben der Menschheit heranwagten und ihre religiösen und philosophischen Anschauungen den Nachkommen, welche heut die civilisirten Theile der ganzen Erde

beherrschen, als Erbtheil zurückließen. Wenn nach dem todesgleichen Schlummer der Nacht das zurückkehrende Licht die Welt zu neuem Dasein erweckt, so erschien es als eine reine, hochwaltende Gottheit, die Leben und Segen über die Erde ausströmt. Dem hamitischen Stamme, der sich im Nilthal niedergelassen, ist das Licht der Vater aller Götter; sein Erstgeborner ist der große Amun-Ré, der in der Sonnenscheibe thront, den am frühen Morgen die Bildsäule des Memnon tönend grüßt, dem die Stadt Josephs und Moses', Heliopolis, geweiht und der in dem uralten Heiligthum von Memphis verehrt ward. Den semitischen Völkern ist der Sonnengott Baal der Herr des Himmels, der das Licht bringt und die Frucht der Erde hervorsprießen läßt; sein Haus stand auf der Zinne des hochragenden Tempels von Babylon, seinen Ruhm verkündeten die Säulenhallen von Baalbek und Palmyra; auf den Höhen des Karmel und des Libanon wurden ihm Feuer angezündet. Wenn aber die Sonne ihre zehrende Glut auf die Erde goß, die Schleusen des Himmels verschloß und mit Hungersnoth und Seuchen die Völker heimsuchte, dann beugten diese sich zitternd vor dem fürchterlichen Moloch, dessen Zorn nicht das Blut der Stiere, sondern nur das Opfer der Söhne und Töchter zu sühnen vermag.

Klarer und reiner spiegelten sich die Ideen von Nacht und Licht in dem Geiste arischer Völker. Zwei Welten giebt es, so lehrt Zarathustra: ein Reich des Lichts, das Ahura Mazda verwaltet, und ein Reich der Finsterniß, das Angrya Mainyush beherrscht; zwar ist der Gott des Lichts der größere und mächtigere; doch unablässig strebt der Fürst der Finsterniß, alles Reine, Gute und Heilige, was der Andere geschaffen, zu verdunkeln und zu vernichten. Wenn von Ahura Mazda das Leben und der Tag, die reinen Thiere und Pflanzen und die reinen Gedanken der Seele stammen, so setzt Angrya Mainyush in die Welt den Tod und die Nacht, die Giftpflanzen und die Raubthiere, die Leidenschaften und die Sünde. So schwebt der Kampf zwischen den beiden großen Ur-

gewalten vom Anbeginn, so im Weltgebäude, wie in jedem einzelnen Geschöpfe, und erst am letzten Tage wird das Licht über die Finsterniß siegen und ein Reich ewiger, schattenloser Seligkeit beginnen.[2])

Hocherhaben ist der Gedanke, der im ersten Kapitel der Genesis sich ausspricht, indem es die Urgeschichte der Welt nach dem Bilde des Sonnenaufgangs darstellt; denn hier ist die Finsterniß und das Licht, der Himmel und die Erde und alles Leben auf ihr als Schöpfung einer einigen, ewigen Kraft erkannt; ein tiefere Idee ist in der Menschheit nicht gedacht worden, und alle spätere Philosophie hat sich darauf beschränkt, dieselbe anders zu fassen und näher zu bestimmen. Aber dem Naturforscher, der sich begnügt, die nächsten Ursachen der Erscheinungen zu erkennen, und sich nicht vermißt, bis zum letzten Urgrunde der Dinge zu gelangen, tritt überall der Dualismus der iranischen Weltanschauung entgegen; er verfolgt den Wettstreit des Lichts und der Finsterniß in jedem Wesen, das auf Erden lebt; und wenn der Einfluß der übrigen Gestirne auf unser Leben, an dem die Astrologen nach dem Vorbild der Chaldäer bis in die neuere Zeit festgehalten hatten, von der Naturforschung als Fabel zurückgewiesen wurde, so erscheint dieser die Sonne mehr denn je als die allwaltende Kraft, die nicht nur die Bewegung der Erde, des Meeres und der Winde beherrscht, von der auch alle Geschöpfe der Erde Leib und Leben empfangen haben.

Je vollkommener ein Wesen, in desto höhere Kreise seines Daseins greift der Einfluß des Lichts. Beim Menschen und vielleicht auch bei den höheren Thieren berührt der Wechsel von Licht und Finsterniß, von Tag und Nacht nicht bloß die körperliche, sondern auch die geistige Natur; denn er tritt in Beziehung zu dem Wechsel zwischen Schlaf und Wachen, zwischen klarem Selbstbewußtsein und Traumleben. Zur Zeit des Schlafes ruhen die Muskeln, welche während des Tages am meisten angestrengt waren: aber auch das Bewußtsein zieht sich von den äußern Gliedern in

das innerste Lebenscentrum zurück, und die Vernunft verliert ihre Herrschaft ebenso über die Organe des Körpers, wie über die in der Seele aufgesammelten Vorstellungen, so daß diese in regellosen Sprüngen zu den phantastischen Spielen des Traumes sich durch einander schlingen. Bei den niedern Thieren scheinen nur die instinktiven Triebe, welche der Ernährung und Fortpflanzung dienen, unter dem Einfluß des Lichts zu stehen. Gewisse Thiere sind bloß in der Frühe sichtbar, andere warten den vollen Tag ab; es giebt lichtscheue Thiere, die sich vor der Sonne fürchten und erst zur Dämmerung hervorkommen; schon der Dichter des 104. Psalms singt von ihnen: „Der Herr macht Finsterniß, daß es Nacht wird; dann brüllen die jungen Löwen nach Raub und suchen ihre Speise von Gott; wenn aber die Sonne aufgeht, heben sie sich davon, und verbergen sich in ihren Höhlen.“ [3])

II.

Vor allem aber steht die Pflanzenwelt unter dem Regiment der Sonne, nicht nur insofern diese den Kreislauf der Jahreszeiten herbeiführt, auch der Wechsel von Tag und Nacht greift wunderbar tief in das Leben der Gewächse. Unter den Naturkräften, welche Bewegungen in den Pflanzen erregen, ist das Licht die mächtigste. Wenn die ersten Strahlen der Morgensonne über den Erdkreis ausströmen, dann erwachen die Blumen vom nächtlichen Schlummer[4]); sie richten die zum Boden geneigten Köpfchen empor; dann nehmen sie sorglich ihre Gewänder aus dem grünen Knospenschrein, in welchem sie dieselben während der Nacht verschlossen hatten, breiten sie auseinander und lassen ihre glänzenden Farben in der Sonne spielen. Das Licht ist es, welches die Blumen erweckt; aber wie das ja auch bei den Menschen der Fall ist, die einen sind Langschläfer, die anderen stehen zeitig auf, so daß Linné versuchte, eine Blumenuhr zusammenzustellen, nach welcher auch derjenige, der kein Chronometer besitzt, die Stunden des Tages bestimmen könnte.

Schon zwischen drei und vier Uhr des Morgens beginnt der Wiesenbocksbart die gelben Blüthenköpfchen zu öffnen; zwischen vier und fünf erwacht die blaue Cichorie und die blonde Hemerocallis, zwischen fünf und sechs der gemeine Löwenzahn und die weiße Zaunwinde; zwischen sechs und sieben die Gänsedistel und die Salatstaude, und so

Wiesenbocksbart (Tragopogon pratensis).

1 Das Blüthenköpfchen öffnet sich am frühen Morgen, indem die Blätter des Hüllkelchs durch die sich ausbreitenden Strahlblümchen aus einander gedrängt werden. 2 Am frühen Vormittag ganz geöffnetes Blüthenköpfchen in Tagstellung. 3 Beginn der Schlafstellung: die Blätter des Hüllkelchs richten sich wieder auf, die Strahlblümchen rollen sich ein, richten sich auf und legen sich schraubig um einander; gegen 10 Uhr Vormittags. 4 Sich schließendes, 5 ganz geschlossenes Köpfchen in Schlafstellung gegen Mittag. Nach Photographien von Krull.

geht es fort von Stunde zu Stunde. Viele Blumen haben einen üblen Ruf, weil sie spät aufstehen; die Mittagblume, welche mit bläulich behauchtem, fleischigem Laube die Felsen am Mittelmeer bekleidet, öffnet ihre Blüthen erst gegen elf, und eine andere Art hat sich sogar den Spottnamen der nachmittäglichen zugezogen.[5]) Aber schon am frühen Vormittag, zwischen neun und zehn, beginnen viele Blumen sich wieder zu schließen, als sei ihr Lichtbedürfniß nach kurzer Besonnung bereits gesättigt. Viele Blumen halten Siesta in den heißen

Tagesstunden, indem sie ihre Kronen wieder in den Kelch verschließen und die Blüthenstiele, wie zum Mittagschläfchen, herabnicken lassen. Im Frühlingssonnenschein sind die Wiesen in der Ueberfülle der Blumen aus den Geschlechtern des Löwenzahn und des Hahnenfuß wie mit Millionen großer und kleiner Goldsterne übersät; am Nachmittag ist es, als sei dieses ganze goldene Firmament ausgelöscht; denn die Zungenblüthchen des Löwenzahnköpfchens, die Vormittags wie ein goldener Strahlenkranz ausgebreitet waren, haben sich kurz vor oder nach der Mittagstunde unter dem steif emporgerichteten Hüllkelch verborgen, während der Hahnenfuß die leuchtenden Blätter seiner Krone fest zusammenschließt.

Königin der Nacht (Cereus grandiflorus).

Die meisten Blumen gehen erst gegen Abend zur Ruhe, die einen zeitiger, die anderen später; aber es giebt auch Nachtschwärmerinnen, die bei Tag schlafen und erst in der Dunkelstunde sichtbar werden; einige unter ihnen zeichnen sich durch melancholische Färbung und sentimentalen Duft aus, wie die Nachtviole (Hesperis matronalis); aber wir finden unter ihnen auch hocharistokratische Gestalten, die sich nur im Mond- und Sternenlicht schauen lassen, obwohl sie nicht nöthig hätten, sich vor dem Tage zu verbergen; zu ihnen gehören die weiß leuchtenden, berauschend duftenden, fußlangen Trichterblüthen des baumartigen Stechapfels von Peru, sowie die vielbesungene Lotosblume des Nils und die königliche Victoria des Amazonenstromes; die poetischste unter ihnen ist die Königin der Nacht, die erst in der Dämmerung ihre außen silberschimmernde, innen goldgezackte

Krone voll seinem Dufte aufthut, um Mitternacht in vollstem Glanze strahlt und am Morgen verblüht ist.[6])

Viele Blumen überleben den Tag nicht, wo sie in der Frühe ihre Krone aus dem Verschluß der Kelchblätter entfaltet hatten; nach wenig Stunden schon schließen sie sich wieder für immer. Darum öffnet ein Flachsfeld die blauen Augen seiner Eintagsblumen nur am Vormittag; am andern Morgen sind es andere Blüthen, die sich aufthun.

Auch die mexikanische Wunderblume (Mirabilis), deren bunt gestreifte Blumentrichter die Zierde altfränkischer Gärten waren, während sie jetzt unverdient aus der Mode gekommen sind, gehört zu den Eintagsblüthen, die nur ein einziges Mal, am Abend, unter Ausströmen angenehmen Wohlgeruchs sich öffnen, um am nächsten Vormittag für immer sich zu schließen; sie heißt mit Recht „belle de nuit".

Bei den meisten Blumen jedoch wiederholt sich das wechselnde Spiel von Schlafen und Erwachen durch mehrere Tage, so lange überhaupt ihr kurzes Leben währt; wir können dasselbe selbst mitten im Winter an getriebenem Crocus, an Tulpen und Monatsrosen beobachten.

Wenn bei großen Sonnenfinsternissen das Tagesgestirn sich vor der Zeit verdunkelt, lassen viele Blumen sich täuschen und schicken sich zur Nachtruhe an, um mit dem wiederkehrenden Licht sich nochmals zu öffnen; einige Blüthen, wie die des Sonnenthau, sind sogar so empfindlich, daß sie ihre Krone schon in den Kelch verschließen, sobald die Sonne hinter die Wolken tritt. Andere öffnen sich gar nicht, wenn schlechtes Wetter droht; man hat sie deshalb als Regenpropheten empfehlen wollen; die Regenringelblume (Calendula pluvialis) hat davon ihren Namen.[7])

Daß auch die Blätter der Pflanzen schlafen, ist schwerer zu beobachten; unter den Bäumen sind es bei uns nur die nordamerikanischen Akazien (Robinien) und Gleditschien, die am Tage ihre Blattfiedern wagerecht aus einander breiten; gegen Abend

beugen die ersteren ihre mit kurzen Gelenken am langen Blattstiel aufgereihten Fiederblättchen paarweis nach unten und neigen sich in abwärts gekehrtem Bogen herab; in der Sonne dagegen schlagen sie dieselben paarweise nach oben zusammen. Bei den Gleditschien richten die Fiederblättchen sich auch am späten Abend steif aufwärts, pressen sich paarweise an einander und legen sich gleichzeitig nach hinten. Von den Mimosenbäumen der Tropen erzählen die Reisenden, es mache einen rührenden Eindruck, wenn dieselben das zierliche Filigran

Zweig der nordamerikanischen Gleditschia triacanthos.
a Die doppelgefiederten Blätter in Tagstellung; b in der Nacht in Schlafstellung.
Nach einer Photographie von Krull.

ihrer reich zusammengesetzten Fiederblättchen zur Dämmerungszeit paarweise so zusammenschlagen und in beweglichem Gelenke niederbeugen, als sei der Laubkrone ihr ganzer Blätterschmuck abgestreift. Aber auch ein Kleefeld sieht bei Tag ganz anders aus, als des Abends, wenn die dreifingerigen Blätter sich zur Schlafstellung aufrichten: die beiden Seitenblättchen schlagen sich wie zwei Hände zusammen, während das mittlere sich über sie beugt; so drängen sie sich an einander, daß sie die rothen Blüthenköpfchen zwischen sich verbergen.[8])

Dagegen senken die drei Blättchen des Sauerklee, die bei Tage fast wagerecht dem Himmel sich zukehren, gegen Abend sich nach unten, so daß sie, wie ein zusammengefalteter Sonnenschirm, eine spitze Pyramide bilden; die nämliche Schlafstellung nehmen die an den Schatten des Laubwaldes gewöhnten Blätter ein, wenn sie von den Sonnenstrahlen getroffen, aber auch, wenn sie vom Winde oder schweren Regengüssen erschüttert werden.

Dreifingeriges Blatt des Sauerklee (Oxalis Acetosella).

a In Tagstellung. b In Schlafstellung. Nach einer Photographie von Krull.

Wer kennt nicht Clytia, die holde Blumennymphe, die sich in den großen Helios verliebte; da aber der hochmüthige Gott auf seinem flammenhufigen Gespann sich um das arme Kind nicht kümmerte, härmte sie sich ab, bis die mitleidigen Götter sie in ein Heliotrop verwandelten; wer kennt sie nicht, und wäre es auch nur aus der anmuthigen Büste, von der freilich die Archäologen meinen, sie trage ganz mit Unrecht den Namen jenes Opfers unglücklicher Liebe.[9]) Die Alten behaupteten, daß Clytia selbst noch in Blumengestalt ihr Köpfchen der Sonne zuwende und deren Bahn am

Firmamente verfolge; so groß sei ihre Liebe zu dem leuchtenden Gestirn. In der That ahmen zahlreiche Blumen das Beispiel der Clytia nach, indem sie ihr Angesicht zur Sonne kehren und im Laufe des Tages mit dieser von Ost über Süd nach West sich drehen. Die weiße Wasserrose hebt am frühen Morgen den geschlossenen Blumenkelch aus dem Wasser, in welches sie Nachts ihn eingesenkt hatte, bis zum Mittag richtet sie ihn senkrecht empor und breitet ihn offen aus; gegen Abend schließt sie ihn wieder und taucht ihn unter, gegen die sinkende Sonne gebeugt. Auch bei den duftenden Dolden der Wachsblume, bei Lilien und Rosen, bei Georginen und Petunien hat man beobachtet, daß sie der Sonne zu folgen bestrebt sind, und die Sonnenrose hat bei den modernen Dichtern wegen dieser Eigenschaft den Namen der alten Clytia geerbt. Selbst Blätter und junge Zweige drehen sich mit der Sonne; die graue Gartenmelde legt ihre Stengel fast wagerecht auf den Boden, wenn die Sonne sich zum Untergange neigt, um sich während der Nacht wieder senkrecht aufzurichten; Aehnliches hat man am Sauerklee und der Malve, der Kapuzinerkresse und vielen andern Pflanzen beobachtet.[10]) Selbst so schwerfällige, ungelenke Blätter, wie die der Tabakpflanze oder des silberweißen Salbei, die am Vormittag fast wagrecht ausgebreitet liegen, richten sich Nachmittags auf, bei der Maranta dagegen senken sie sich in der Schlaflage abwärts.

Aber auch diejenigen Pflanzen, die dem Tageslauf der Sonne nicht zu folgen vermögen, verrathen doch, wie mächtig sie von ihr angezogen werden. Alle Blätter stellen ihre Oberseite mit abwärts gekehrter Spitze möglichst senkrecht gegen die Sonnenstrahlen, um in ungeschwächter Fülle das belebende Licht einzusaugen. Nur in Australien, dem Welttheil der Wunderlichkeiten, wo die Papageien weiß und die Schwäne schwarz sind, wo Säugethiere einen Entenschnabel, Nadelhölzer ein gefiedertes Farnlaub, Mimosen aber Nadelblätter tragen, — wenden die Bäume und Sträucher ihre messerförmigen Lederblätter nicht wie anderwärts mit der breiten Fläche,

sondern mit der scharfen Schneide gen Himmel. Dadurch genießen sie freilich den Vortheil, daß sie im wasserlosen Buschland der sengenden Sonne möglichst geringe Fläche entgegenstellen und in Folge der verringerten Verdunstung ihren Wasserverbrauch auf ein Minimum einschränken, aber sie werfen auch, wie Peter Schlemihl, keinen Schatten. Der Eukalyptus, dem der Volksglaube Wunderkräfte gegen Sumpffieber andichtet, breitet nur in den ersten Lebensjahren die länglichen, blaugrünen, sitzenden Laubblätter wagerecht aus; sobald er höher emporgeschossen, richtet er sie in veränderter Färbung und Gestaltung an langen Blattstielen mit der sichelförmigen Schneide nach oben.[11])

Kugelmyrte (Eucalyptus Globulus) mit Blüthen und Früchten, die messerförmigen Blätter in Profilstellung.

Alle Laubsprosse wachsen dem Lichte entgegen. Wer die zierlichen Obstspaliere, in deren künstlicher Anordnung die heutige Gartenkunst ihren Triumph sieht, bewundert, bemerkt kaum, daß er eine Reihe von Sklaven vor sich hat, die mit Fesseln an ihre Pfähle geknebelt sind und doch mit unwiderstehlichem Freiheitsdrang unaufhörlich bemüht sind, sich loszureißen und der Sonne zuzustreben. Wo das Licht nur einseitig einfällt, wie auf die

Pflanzen in unsern Zimmern, da bemüht man sich vergeblich, die Triebe an Stützen festzubinden, damit sie aufrecht wachsen; sie drehen sich immer wieder in scharfer Biegung dem Fenster zu; nur durch häufiges Umwenden gelingt es, sie gerad zu halten. Jedermann weiß, welch ellenlange Schößlinge die auskeimende Kartoffel im dunklen Keller der schmalen Spalte entgegentreibt, durch welche ein Strahl des Tageslichtes einfällt, und wie sie durch kein Hemmniß sich aufhalten läßt. Mit Recht sagt der Dichter, indem er das Licht verherrlicht:

. . . Sucht Dich nicht mit ihren Augen die Pflanze?
Streckt nach Dir die schüchternen Arme der niedrige Strauch nicht?
Daß er Dich finde, zerbricht der gefangene Same die Hülse;
Daß er, belebt von Dir, in Deiner Welle sich bade,
Schüttelt der Wald den Schnee, wie ein überlästig Gewand ab.

Denn in der That, was für den Menschengeist die Freiheit, das ist für die Pflanzen das Licht, das Element ihres Lebens, in dem allein sie freudig gedeihen, ohne das sie verkümmern und zu Grunde gehen.

Aber gleichwie die verschiedenen Arten der Pflanzen ein verschiedenes Maß von Wärme bedürfen, so verlangen sie auch verschiedene Grade der Beleuchtung. Kaffee- und Kakaobaum gedeihen nur unter der Gluth der Tropensonne, welche Kirsch- und Apfelbaum zu Grunde richtet; unter gemäßigtem Himmelsstrich, wo unsre Obstbäume die köstlichsten Früchte tragen, reifen die Kinder der heißen Zone nicht. So können auch viele Pflanzen das volle Sonnenlicht nicht ertragen, das für andere eine Lebensbedürfniß ist; sie fühlen sich nur in gemüthlicher Dämmerung wohl; so die Moose, die Farne, die Heidelbeerbüsche und die Waldblumen, zärtliche Gestalten, die nur im Schirm und Schatten der Fichten, der Eichen und Buchen gedeihen. Indeß ist die Zahl solcher Schattenpflanzen nur gering; nur wenig blühende Gewächse erhalten sich im Dämmerlicht des Hochwaldes; größer ist ihre Menge am Waldsaume, der

oft von den blaugoldigen Aehren der Tag- und Nachtblume (Melampyrum nemorosum) wie mit einer bunten Borte eingefaßt ist; am reichsten blüht die Waldflora im ersten Frühjahr, wo die Belaubung noch nicht das Sonnenlicht ausschließt. Frauenhaar und Hirschzunge schmücken mit lichtgrünem Laube sogar die Wände halbdunkler Grotten und Brunnenschachte, wo das Goldmoos in seinen Kugelzellen das spärliche Tageslicht, wie in Brenngläsern sammelt, so daß es in der Dämmerung mit smaragdgrünem Schimmer leuchtet; selbst in 100 Meter Tiefe, wo das Meer „in purpurner Finsterniß daliegt", vermögen grüne Anadyomenen und rothe Florideen noch ihr Leben zu fristen.[12])

In manchen Pflanzen erlischt mit der Zeit die Sehnsucht nach dem Lichte; der Epheu biegt nur die jüngsten Sprossen dem Lichte zu; die älteren Stengel wenden sich von ihm ab, schmiegen sich fest an Mauerwände und Felsenritzen oder in die Rindenspalten der Bäume, in denen sie sich mit weißen Wurzelbüscheln ansaugen; ans Fenster gestellt, suchen sie sich ins Innere des Zimmers zurückzuziehen. Dasselbe thut der wilde Wein, der Cissus mit den marmorirten Sammetblättern, die Kapuzinerkresse und die buchsblättrige Feigenart, welche die Wände der Treibhäuser mit grüner Velourstapete überspinnt.[13]) Auch die zierlichen Selaginellen drehen ihre moosähnlichen Stengel in anmuthiger Beugung vom Lichte weg, und von gewissen Begonien ist leicht zu beobachten, daß ihre niederliegenden Stämmchen nicht, wie bei den übrigen Pflanzen, nach dem Fenster, sondern im Gegentheil ins Zimmer hineinwachsen.

Alle Pflanzen besitzen wenigstens einzelne Organe, welche das Tageslicht ängstlich fliehen, gleich den Gespenstern und Unholden im Märchen. Von den Wurzeln weiß Jedermann, daß sie gleich Maulwürfen sich in den Boden eingraben, und absichtlich ans Licht gebracht, sich alsbald wieder in die dunkle Tiefe einsenken.[14]) Die Rebe wendet zwar ihre Blätter und Blüthen der Sonne zu,

aber ihre Ranken flüchten sich aus dem Lichte des Tages in den Schatten der Lauben; dort finden sie die Stützen, an die sich die hakenförmigen Spitzen ihrer Gabeläste anhängen, sodann rollen sie in engen Schraubenwindungen sich ein, um die Fülle ihrer Laubsprossen und die Last ihrer Trauben an den Mauerflächen oder in den Kronen der Bäume zu befestigen. Selbst bei den Blättern

Rafflesia Arnoldi.

Die fleischrothe, ½metergroße Riesenblume von Sumatra bricht aus dem Boden hervor, während sie mit ihrem Grunde an der Wurzel einer wilden Cissusrebe festgesaugt ist. Nach Francis Bauer. $^1/_8$ nat. Größe.

ist es eigentlich nur die Oberseite, welche nach dem Licht verlangt, die Unterseite ist lichtscheu und wendet sich hartnäckig von ihm ab. Wird ein Weinblatt gewaltsam in verkehrte Stellung gebracht, so hat es innerhalb 48 Stunden sich wieder in seine alte Lage umgewendet.

Alle Blüthen streben zum Licht; selbst die bleichen Gestalten aus dem Garten Angrya Mainhush, die Moder- und Schmarotzergewächse: Hanftod, Schuppenwurz, Fichtenspargel, wie ihre lebhafter gefärbten Genossinnen in warmen Ländern: Blutkolben, Cist-

Weiße Wasserrose (Nymphaea alba) mit geöffneter und zur Schlafstellung sich schließender Blume.

rosentödter, die pilzähnlichen Balanophoren und die riesigen Rafflesien von Sumatra,[15]) verbergen zwar ihre mit verkümmerten Schuppenblättern besetzten Stengel im Erdboden, wo sie sich in die Wurzeln anderer Pflanzen einbohren und ihnen den Saft aussaugen; doch auch sie haben eine Blüthezeit, wo sie ans Licht dringen und sich der Sonne zuneigen. Auch die Pilze entwickeln zwar ihr spinnwebenartiges Wurzelgeflecht im Dunkeln; aber wenn sie Frucht tragen sollen, durchbrechen sie die Rinde der Gewächse, in deren Innerm sie verderblich gewuchert, und neigen ihre Hüte und Fruchtbecher dem Licht entgegen; sogar die Schimmelpilze wenden ihre haarfeinen Sporenträger mit feinster Lichtempfindung diesem zu.[16])

Aber wenn die Blume verblüht ist und zur Frucht reift, zieht sie sich gern ins Dunkel zurück. Die reifende Erdmandel und die Frucht des unterirdischen Klee vergraben sich sogar in den Erdboden; die weiße Wasserrose hebt zwar, wie schon der alte Theophrastos wußte, ihre Blüthenkelche über das Wasser ans Licht empor, die verblühten aber zieht sie zurück und reift ihre Früchte im Schooße der Gewässer.[17])

III.

Offenbar wirkt das Licht auf die Pflanzen, ganz ebenso wie auf Thiere und Menschen, als ein Lebensreiz. Indem die Lichtstrahlen in die oberflächlichen Zellen der Pflanze eindringen, rufen sie in ihnen Veränderungen hervor, deren innere Natur zwar uns unbekannt ist, deren Wirkungen aber sofort sichtbar werden. Kräfte, die in den Zellen schlummerten, werden durch das Licht geweckt und treten in Thätigkeit; Kräfte, die ungeordnet in den Zellen arbeiteten, erhalten durch die Lichtstrahlen eine bestimmte Ordnung, so daß sie fortan nur in einer Richtung wirken, entweder dem Lauf der Strahlen folgend, oder ihnen entgegenstrebend, oder auch senkrecht auf ihre Flugbahn. Und nicht nur die Zellen, in welche die Sonnenstrahlen unmittelbar einströmen, empfinden den Lichtreiz, er pflanzt sich in den Geweben fort von Zelle zu Zelle; ohne Zweifel dienen die feinen Fäden, durch welche die Cytoplasten aller Zellen mit einander in Verbindung stehen, gleich Telegraphendrähten der Leitung dieses Reizes; daher sehen wir seine Wirkungen oft an Stellen hervortreten, die gar nicht direkt vom Lichte getroffen worden.

Vor allem die Wachsthumskräfte, welche die Streckung der Zellen und damit die Verlängerung des im Wachsthum begriffenen Organs bewirken, erhalten durch die Lichtstrahlen eine bestimmte Richtung; wird der Pflanzentheil von allen Seiten gleichmäßig beleuchtet, so wächst er in gerader Linie dem Lichte entgegen und heißt dann positiv heliotrop; oder er wendet sich vom Lichte ab, und dann ist er negativ heliotrop; oder er stellt sich quer gegen den Einfall der Strahlen, wir nennen ihn dann transversal heliotrop. Ein im Wachsthum begriffenes Organ verhält sich also gegen das Licht, wie die Magnetnadel gegen den elektrischen Strom; es wird, gleich dieser, von der auf sie einströmenden Kraft bald angezogen, bald abgestoßen, bald quer gestellt. Empfängt ein Pflanzentheil

das Licht nur von einer Seite, wie die Zimmerblumen vom Fenster aus, so krümmt er sich an irgend einer Stelle, meist da, wo das stärkste Wachsthum stattfindet, so lange, bis die Spitze in die Richtung der Strahlen gestellt ist und, nun gleichmäßig beleuchtet, diesen folgt oder sich von ihnen abwendet. Positiv heliotrop sind die meisten Stengel und Blüthenstiele; negativ heliotrop sind die Wurzeln, oft auch die Fruchtstiele; jene streben zum Lichte, diese wenden sich von ihm ab. Transversal heliotrop sind die meisten Blätter, das Laub der Flechten und Lebermoose; denn sie stellen die breite Fläche ihrer Oberseite quer den Sonnenstrahlen entgegen, während ihre Unterseite vom Lichte sich abwendet.

Auch die Schwärmsporen, durch welche viele Algen und Pilze sich fortpflanzen, zeigen ein polares Verhalten zum Lichte; stets ist es ihr spitzes, ungefärbtes Vorderende, das mit schwingenden Geißeln und einem rothen, stark lichtbrechenden Körnchen, dem Augenpunkt, ausgerüstet, vom Lichte angezogen wird; das abgerundete, grün, roth oder braun gefärbte Hintertheil wird abgestoßen; in dieser Stellung schrauben sich die Schwärmsporen unter steter Achsendrehung, gleich mikroskopischen Torpedos durch das Wasser, dem Lichte entgegenstrebend. Stellt man ein Glas mit Teichwasser ans Fenster, so bildet sich bald ein grüner Rand an der Lichtseite; er wird von den schwärmenden Keimzellen der im Wasser unsichtbar zerstreuten mikroskopischen Algen gebildet, die alle geradlinig gegen das Licht schwimmen, bis sie von der Glaswand aufgehalten, an dieser sich in dichten grünen Haufen ansammeln.[18])

Besonders lichtempfindlich sind Keimpflanzen; sät man im Zimmer Wicken, Senf oder einen andern Pflanzensamen in einem Blumentopf, so wachsen die Stengelchen der Keimlinge schräg gegen das Fenster; wendet man den Topf um, so daß die Stengelchen jetzt vom Lichte abgekehrt sind, so haben in ganz kurzer Zeit die fortwachsenden Spitzen in scharfer Biegung sich wieder lichtwärts gekrümmt. Bei Hafer, Hirse und andern Getreide- oder Gras-

samen ist es das pfriemliche Keimblatt, das zuerst über die Erde tritt und, positiv heliotrop, sich zum Lichte beugt. Darwin hat die überraschende Entdeckung gemacht, daß dieses Keimblatt in seiner Spitze ein besonderes lichtempfindendes Organ, gewissermaßen ein Auge, besitzt, während die ganze Länge des Keimblattes für das Licht unempfindlich ist. Als Darwin die Spitze des Keimblattes abschnitt oder mit einer Staniolkappe verhüllte, erfolgte keine Lichtkrümmung, auch wenn das Uebrige beleuchtet war; ganz anders verhielt sich das Keimblatt, wenn seine Spitze allein dem Lichte ausgesetzt, alles Uebrige aber verdunkelt wurde; denn sobald die Spitze den Lichtreiz empfand, sendete sie einen Impuls durch die ganze Länge des Keimblattes abwärts bis zu dessen Grunde, der sich lichtwärts krümmte, obwohl er gar nicht beleuchtet war.

Noch sind uns die Einrichtungen im Innern der Pflanzenzellen völlig unbekannt, welche bewirken, daß das Licht die einen Pflanzengebilde anzieht, andere abstößt oder quer stellt. Gewiß ist aber, daß die Sonne hier mit einer zweiten, nicht minder gewaltigen Kraft in Kampf tritt, die von der Erde ausgeht.

Bekanntlich werden alle Körper von der Erde angezogen, und wenn ihnen kein Hinderniß in den Weg käme, würden sie in gerader Linie bis zum Mittelpunkt der Erde fallen. Natürlich unterliegen auch die Pflanzen der Anziehung der Erde, der Schwerkraft; so gut wie der Apfel in Folge der Schwere nicht weit vom Stamm fällt, so biegt sich auch der Zweig des Obstbaumes unter der Ueberlast seiner Früchte zur Erde. Aber die Anziehung der Erde wirkt auf die Pflanzen auch als ein Reiz, der die lebenden, ganz besonders aber die wachsenden Zellen in ähnlicher Weise zu Bewegungen und Krümmungen beeinflußt, wie das Licht. Steht ein Pflanzentheil in der Lothlinie, so daß die Schwerkraft ihn überall gleichmäßig anzieht, so wächst derselbe im Loth weiter, entweder senkrecht abwärts zur Erde hin, wie die Wurzel, oder senkrecht aufwärts von der Erde fort gen Himmel, wie die meisten Stengel; oder er stellt

sich wagrecht im rechten Winkel gegen das Loth, wie die Wurzelstöcke; wir sprechen dann von positivem, von negativem, von transversalem Geotropismus. Steht ein Pflanzentheil schief, so daß dessen Unterseite der Erde etwas näher ist als die Oberseite, so krümmt er sich an irgend einer Stelle, bis seine Spitze wieder im Loth steht, aufwärts gebogen bei negativem, erdwärts gekrümmt bei positivem Geotropismus.

Wenn die Pfahlwurzel sich möglichst lothrecht in die Erde einbohrt, selbst in das schwere Quecksilber sich einsenkt und, vom Felsen gehemmt, sich solange an den Stein anpreßt, bis sie durch eine Spalte wieder abwärts in die Tiefe vordringen kann, so flüchtet sie sich nicht bloß vor dem Lichte, sondern sie gehorcht auch in positivem Geotropismus dem Reiz der Schwerkraft. Stand die Wurzel schief, so krümmt sie sich 1—2 mm von ihrer Spitze, bis diese lothrecht abwärts gebogen ist; nun wächst sie erdwärts weiter und bohrt sich mit gewaltiger Kraft metertief in den Erdboden ein.

Dagegen setzt der durch die Schwerkraft transversal gerichtete Wurzelstock der Quecke mit solcher Energie sein horizontales Wachsthum fort, daß, wenn ihm in der Erde ein fremder Körper, etwa eine Kartoffelknolle im Wege steht, er dieselbe durchbohrt, bis er am andern Ende wieder herauskommt. Aber durch die Schwerkraft werden auch die Stengel und selbst die Blätter senkrecht emporgerichtet; denn lassen wir in völliger Finsterniß Weizenkörner auskeimen, so schießen die Halme und Blätter lothrecht in die Höhe; lassen wir im Dunkel eine Hyacinthenzwiebel austreiben, so erheben sich die Blätter steif senkrecht, parallel neben einander, als seien sie sämmtlich nach dem Loth gerichtet. Legen wir den Topf im Dunkeln auf den Tisch, so daß die Blätter der Hyacinthe horizontal liegen, so krümmen sie sich und richten ihr Obertheil binnen wenig Stunden auf, und zwar biegen sich zuerst die Spitzen senkrecht aufwärts; schließlich sind sämmtliche Blätter bis zum Grunde im Loth emporgerichtet. Läßt man nun das Licht hinzutreten, so sind in Kurzem

alle Blätter korbartig auseinander gebogen, so daß ihre Oberseiten dem Licht sich entgegenbreiten. Sogar abgeschnittene Zweige vom Hollunder, von der Georgine, der Balsamine oder einer anderen krautigen Pflanze krümmen binnen wenigen Stunden ihre Spitzen in rechtem Winkel aufwärts, wenn man sie in wagerechter Lage

Balsamine, im umgelegten Blumentopf unter dem Reiz der Schwerkraft negativ geotrop an zwei Stellen sich aufwärts krümmend; schließlich wieder lothrecht aufgerichtet. Nach einer Photographie von Krull.

befestigt; die Getreidehalme, die durch den Regen ausgewaschen, sich auf die Erde lagern, richten in kurzer Zeit ihr Obertheil mit der Aehre lothrecht empor, indem sie an einem Knoten sich aufwärts krümmen.

Offenbar bestrebt sich in jedem Moment die Schwerkraft, die Pflanzenorgane in die Lothlinie zu stellen, und das Licht sucht sie in der Richtung seiner Strahlen abzulenken; auf diese Weise modelliren Licht und Schwerkraft wechselseitig am Pflanzenkörper, biegen die

Zweige auf und ab, rücken die Blätter hin und her; je nachdem die Pflanze dem einen oder dem andern Einfluß vollständiger unterliegt, prägen sie jedem Baume, jedem Strauche seine eigenthümliche Physiognomie auf.[19]) Wenn die Cypresse, die Chausseepappel, die Pyramideneiche ihre Zweige dem Stamm andrücken und sie steif emporrecken, so gehorchen sie dem Reize der Erdanziehung, ohne sich durch das Licht stören zu lassen; wenn die Buche dagegen ihre weit ausgereckten Aeste wie Arme von sich streckt, so halten die Reize von Licht und Schwerkraft sich fast das Gleichgewicht. Wenn bei der Hängeesche und ähnlichen Bäumen (Fagus, Sophora, Caragana deflexa) die Zweige, statt gen Himmel, vielmehr abwärts zum Boden streben, so beweist das, daß auch im Reich der Pflanzen bei einzelnen Individuen eine Verkehrung der Naturtriebe stattfindet, und wenn bei der Trauerrose, der Trauerbirke oder der Weide von Babylon nur die jüngsten Spitzen der Triebe sich zum Licht erheben, bald aber in schwächlicher Nachgiebigkeit von der Schwere zu Boden gezogen werden, so gleichen sie jenen schlaffen Charakteren, die trotz aller besseren Vorsätze und Anläufe immer wieder in die gewohnte Schwäche zurückfallen.

Auf welchen Einrichtungen der Zellen die durch die Schwerkraft ausgelösten Bewegungen der Pflanzen beruhen, vermögen wir ebenso wenig anzugeben, wie für die vom Lichte erregten. Nur das Eine leuchtet ein, daß die Organe der Pflanzen unter der Reizwirkung von Licht und Schwerkraft jedesmal diejenigen Bewegungen ausführen und dadurch in diejenige Stellung gebracht werden, welche für die Ausübung ihrer Funktionen nothwendig oder doch nützlich ist. Wie könnte die Wurzel ihrer Aufgabe genügen, die Pflanze mit Wasser und Nährsalzen zu versorgen, wenn sie nicht vom Lichte fortgescheucht und von der Erdanziehung in den Boden hineingezogen würde? Wie könnte der Stengel, seiner Bestimmung gemäß, die Blätter in Licht und Luft emporheben, wenn nicht negativer Geotropismus und positiver Heliotropismus in

gleichsinniger Reizung ihn von der Erde fort, und zur Sonne hinzögen? Daß die vom Lichte beeinflußten Schlafbewegungen der Blätter diese vor nächtlicher Erkältung schützen, daß das vom Lichte abhängige Oeffnen und Schließen der Blumen dem Insektenbesuch und damit auch dem Fruchtansatz zu Gute kommt, haben wir schon oben angedeutet. Einer mechanischen Erklärung aller dieser Bewegungen sind wir freilich durch diese Betrachtung nicht näher gekommen.

IV.

Doch nur ein Theil des Lichts, mit dem die Sonne die Pflanzen bestrahlt, wird dazu verwendet, den Kampf mit der Erdschwere aufzunehmen; ein anderer Theil hat ganz andere, noch wichtigere Arbeiten zu verrichten, über die das Mikroskop allein uns Kunde giebt.

Helmholtz hat darauf aufmerksam gemacht, daß unser Auge durchaus kein so vollkommenes Instrument sei, wie wir anzunehmen gewohnt sind; vielmehr ist selbst das gesunde Auge so fehlerhaft gebaut, daß eben nur unsere lange Gewohnheit damit auszukommen vermag. Würde, anstatt daß jeder Mensch seine Augen gleich bei der Geburt mit auf die Welt bringt, die Lieferung derselben einem unserer großen Optiker übertragen, diese Herren würden uns ohne Zweifel mit Sehorganen von genauerer Konstruktion und größerer Leistungsfähigkeit ausstatten. Schon jetzt müssen wir zu diesen Männern unsere Zuflucht nehmen, wenn wir allzu grobe Fehler unserer Sehapparate mit Hilfe von Brillen korrigiren, oder wenn wir unser Gesichtsfeld nach der Richtung des Unendlich-Entfernten vermittelst des Teleskops, oder nach der Richtung des Unendlich-Kleinen vermittelst des Mikroskops erweitern wollen.

Hätte unser Auge dieselbe Leistungsfähigkeit, wie etwa ein hundertfach vergrößerndes Mikroskop, so würde das Blatt einer Pflanze uns nicht als eine grüne Platte erscheinen, sondern als ein

Mauerwerk, aus walzenförmigen oder vielflächigen Bausteinen zusammengefügt. Alle diese Bausteine sind hohl und mit Saft gefüllt; die Wissenschaft bezeichnet sie, wie wir wissen, als Zellen. Die Zellen an der Oberseite des Blattes haben die Gestalt kurzer Cylinder oder Säulen, die dicht neben einander gestellt sind, wie die Pfähle in einem Pfahlwerk; sie bilden die sogenannte Palissadenschicht. Auf der Unterseite des Blattes dagegen laufen die Zellen in Buchten und Strahlen aus, sind quer gestreckt, nur locker mit einander verbunden und von größeren luftführenden Zwischenräumen

Querschnitt eines Laubblatts, stark vergrößert.
a Epidermis der Oberseite. b Palissadenschicht. c Schwammschicht. d Epidermis der Unterseite mit Spaltöffnungen (e e); in der Mitte ein querdurchschnittenes Leitbündel. Nach Strasburger.

unterbrochen; das Gewebe, welches sie bilden, wird Schwammschicht genannt. Eine einfache Lage von Hautgewebe, die Oberhaut oder Epidermis, überzieht das ganze Blatt auf beiden Flächen; auf der Oberseite ist dieselbe in der Regel undurchbrochen, gleich einer geschlossenen Mauer; die Unterseite dagegen zeigt sehr zahlreiche rundliche Spaltöffnungen, welche nach Bedürfniß durch die beiden Flügelthore der Schließzellen ganz oder nur theilweise aufgethan oder auch völlig geschlossen werden können; hinter jeder Spaltöffnung befindet sich ein größerer Luftraum, die Athemhöhle, die mit den lufthaltigen Zwischenräumen der Schwammschicht in Verbindung steht.

Unter der lebenden Schutzmauer der Oberhaut können, wie wir im vorigen Vortrag bereits ausgeführt haben, die Zellen der

Paliſſaden- und Schwammſchicht, welche das eigentliche Blattfleiſch bilden, ungeſtört an ihre Arbeit treten; die Oberhaut beſchirmt ſie, ſo daß weder die Sonne ſie auszudörren, noch der Regen ſie zu verderben vermag. Jede Zelle im Blattfleiſch iſt ein ſelbſtſtändiges kleines Laboratorium; inſofern das Blatt aus Millionen ſolcher Zellenlaboratorien beſteht, erſcheint es uns als eine großartige Fabrik, in welcher Stärkemehl und Zellſtoff, Zucker und Gummi, Pflanzenſäuren, Eiweiß und grüner Farbſtoff erzeugt werden, wobei wohl auch noch heilkräftige oder giftige Arzneien, aromatiſches Oel, Gewürz, Harz, Indigo oder Gerbſtoff als Nebenprodukte mit abfallen.

Einfach iſt die Ausſtattung dieſer Zellenlaboratorien; ſtatt der Blaſen und Helme, der Räder und Walzen unſerer Fabriken finden wir in jeder Zelle weiter nichts, als einen aus ſchleimigem Protoplasma gebildeten, mit farbloſem oder rothem Safte gefüllten Körper, den Cytoplaſten, an deſſen Innenwand außer einem Zellkern auch noch zahlreiche kleine Körperchen von Kugel-, Scheiben- oder Linſenform und von lebhaft ſmaragdgrüner Farbe angeheftet ſind. Wir nennen dieſelben Blattgrün- oder Chlorophyllkörperchen; von ihnen ſtammt die grüne Farbe der Blätter in ähnlicher Weiſe, wie die farbloſe Blutflüſſigkeit durch die in ihr ſchwimmenden rothen Blutkörperchen gefärbt erſcheint. Ganz beſonders reich an Blattgrünkörperchen ſind die Paliſſadenzellen, daher auch die Oberſeite der Blätter dunkelgrün erſcheint; die Zellen der Schwammſchicht auf der Unterſeite ſind ärmer an Chlorophyll, und daher iſt dieſe von blaſſerem Grün.

Zwar ſind die Zellen der Blätter von glashellen Wänden rings umſchloſſen, in denen weder Thüren noch Fenſter ſichtbar ſind; doch durch unſichtbare Poren füllen ſie ſich mit Waſſer und Mineralſtoffen, die aus dem Erdboden ſtammen. Die Wurzeln hatten dieſe Stoffe, im Bodenwaſſer gelöſt, aufgeſaugt und den grünen Blattzellen durch ein Röhrenſyſtem zugeleitet, welches, ähnlich wie die Waſſer-

und Gasleitungen in unsern Wohnungen, das Zellengemäuer des Blattfleisches durchzieht. Es ist das Adernetz des Blattes, welches, aus Strängen und Bündeln von Röhren, Schläuchen und Fasern bestehend, mit den Leitsträngen des Stammes und der Wurzeln in unmittelbarer Verbindung steht und den grünen Zellen flüssige Nahrung aus dem Erdboden zuführt. In jeder dieser Zellen finden wir ein Wassertröpfchen, das vielleicht gestern noch im Meere dahinfluthete, von der Sonne verdampft, sich in die Luft hob, durch einen Wind, den die Sonne erregt, landeinwärts geweht, durch einen Regen auf die Erde niedergeschlagen und von den Wurzeln eingesaugt wurde. In dem Wasser gelöst ist ein Körnchen Kali, das von einem verwitterten Granitfelsen im Gebirge stammt, durch den Regen abgespült und in den Fluß geschwemmt wurde, der das Erdreich der Wurzeln bewässern hilft. Ihm gesellt ist ein Tröpfchen Ammoniak, das aus dem verwesenden Körper eines Thieres in der Nähe sich entwickelt hat; es ist mit ein paar Atomen Phosphor- oder Schwefelsäure verbunden, die vielleicht zunächst von einem abgebrannten Streichhölzchen entstammen.

Wir wissen, daß Luft, Wasser und Erde die Materialien sind, aus denen die Pflanze ihr Zellengebäude aufrichtet; aber damit ist eigentlich nichts weiter gesagt, als daß zu einem Bauwerk Kalk, Mörtel, Balken und Eisen gehören; damit aus diesen Rohstoffen ein Haus werde, muß auch ein Baumeister hinzukommen, der es versteht, das Material kunstgerecht nach einem vorbedachten Plan zusammenzufügen. Die Pflanzen sind Architekten, welche die Kunst besitzen, aus den Baustoffen der unlebendigen Natur ein lebendiges Zellengebäude zu errichten; sie leisten aber weit mehr als unsere Baumeister; denn diese begnügen sich damit, den Plan des Hauses zu entwerfen; aber die Beschaffung der Materialien und die technische Ausführung überlassen sie Anderen. Die Pflanze dagegen ist Alles in Allem; sie gräbt selbst die Erden, aus denen sie ihre Bausteine verfertigt, sie fügt diese selbst aneinander und

stellt selbst in ihren Zellen die Apparate auf, vermittelst deren die werthvollsten Produkte angefertigt werden.

Man preist die Schätze solcher Länder, welche Kohlengruben und Erzlager besitzen. Aber dieser Reichthum ist keineswegs auf einzelne Provinzen beschränkt; unerschöpfliche Kohlenlager, unermeßliche Erzstätten umgeben uns überall, wo immer wir uns auch befinden. Denn die Mineralien, die im Ackerboden angehäuft sind, sind ebenso kostbar, ja weit werthvoller als die Lager von Eisen und Zink, selbst von Gold und Silber; denn von jenen Metallen kann der Mensch nicht leben: aber aus den Mineralien der Ackererde, aus Kali, Kalk, Bittererde, Eisen und Ammoniak, aus Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und Wasser verfertigt der Zellenstaat der Pflanze das Brot, von dem wir uns ernähren, den Flachs, der uns kleidet, das Holz, aus dem wir unsere Geräthschaften machen, und die Heilsäfte, die uns in der Krankheit die verlorene Gesundheit wiederherstellen.

Die Zellen der Wurzeln sind es, welche gleich Häuern und Bergleuten in den ihnen zugewiesenen Strecken zahllose Schächte abteufen; nach allen Strichen der Windrose treiben sie Stollen und Gänge, um die Mineralschätze des Erdbodens zu brechen, von unhaltigem Gestein abzutrennen und die Förderungsmaschinen in Betrieb zu setzen; Tag und Nacht arbeiten sie mit unermüdlichem Fleiß in tiefster Finsterniß, bauen jedes Körnchen Kali, Ammoniak, Phosphorsäure oder Salpetersäure ab und fördern es an Tag. Aber die Wurzeln verarbeiten nicht selbst das Erz, das sie gefördert; sie vertrauen es den Leitsträngen an, um dasselbe in einem System kräftiger Saug- und Druckpumpen hinaufzuschaffen in die Stengel und in die Blätter. Die Blätter sind Zellengemeinden, die ihr Tagewerk in freier Luft verrichten; ihr wichtigstes Geschäft ist, die Kohle zu gewinnen, welche den Hauptbestandtheil der Pflanze darstellt. Die Atmosphäre ist ein ungeheures Kohlenbergwerk, dessen Mächtigkeit viele Meilen tief ist, das in tausend Jahr-

tausenden nicht erschöpft werden kann. Freilich findet sich die Kohle in der Luft nicht rein vor, so wenig wie das Metall in den Erzlagern; die Kohle ist in der Atmosphäre mit Sauerstoff verbunden als ein durchsichtiges Gas, als Kohlensäure; es bedarf daher noch besonderer Kunst, um die reine Kohle aus der Kohlensäure der Luft abzuscheiden.

In Bergwerksdistrikten finden wir neben der Grube die Hütte, wo aus unreinem Erze das edle Metall ausgeschmolzen wird. Die Pflanzen verbinden die Kunst des Bergmanns mit der des Hüttenmanns; sie verstehen es, aus der Atmosphäre die Kohle in den grünen Zellen ihrer Blätter an Tag zu fördern und abzuscheiden.

Aber, wenn wir genauer zusehen, so sind es nicht eigentlich die grünen Zellen selber, welche solche Wunder der Bergmanns- und Scheidekunst verrichten; sondern es ist die Sonne, welche sich dieser Zellen dabei nur als Werkzeug bedient; die Sonne ist es, welche die Kohle aus der Luft und selbst die Mineralstoffe aus dem Boden fördert; sie ist es auch, welche diese einfachen chemischen Verbindungen zu jenen Baustoffen zusammenschmilzt, aus denen die Pflanze ihr eigenes Zellengebäude aufrichtet, und die, in den Körper des Thiers aufgenommen, von diesem in Fleisch und Blut verwandelt werden.

Es giebt ein hübsches Märchen von Andersen von einem Manne, der da ausging, einen Sonnenstrahl einzufangen. Das ist keine leichte Arbeit; denn bekanntlich ist der Sonnenstrahl das geschwindeste Ding in der Welt; in dem Zeitraum einer Sekunde kann er achtmal rings um die Erde herumfahren. Doch giebt es Wesen, welche die Kunst verstehen, den Sonnenstrahl einzufangen: sobald sie ihn gefangen, sperren sie ihn in kleine Kämmerchen: dort muß er als Sklave dienen und arbeiten, muß Mehl und Zucker, Brot und Wein, selbst Milch und Fleisch beschaffen, Holz holen, Flachs spinnen und alles bereiten, was Menschen und Thiere zu des Lebens Nothdurft brauchen. Diese Wesen, welche den

Sonnenstrahl einfangen und sich dienstbar machen, sind die grünen Zellen der Blätter.

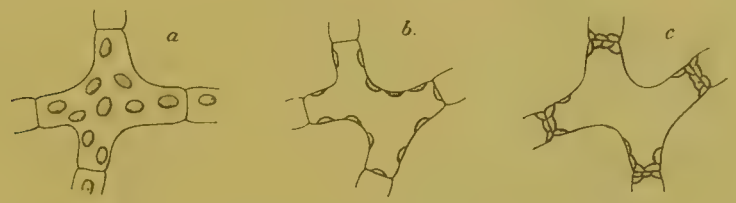
Denn im Finstern vermögen die Pflanzen nicht das Geringste von jener Arbeit zu leisten, die sie im Tageslicht zu Stande bringen; in der Nacht können sie weder aus der Kohlensäure die Kohle abscheiden, noch aus Luft, Wasser und Erde die Baustoffe des Lebens bereiten. Bekanntlich genossen die Inseln des Polarmeeres vor vielen Jahrtausenden ein bei weitem milderes Klima als heutzutage. Sie waren damals mit Wiesen und Wäldern bedeckt, deren verkohlte Ueberreste in den Braunkohlenlagern von Grönland und Spitzbergen noch erhalten sind. Aber während der mehrmonatlichen Nacht der Polarländer vermochten jene vorweltlichen Bäume nicht, und vermögen es die alpinen Pflanzen ihrer heutigen Flora noch jetzt nicht, auch nur ein Atom Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft zu heben, noch auch das mindeste Eiweiß, Stärkemehl oder Zellstoff zu erzeugen; nur in der Zeit, wo die Sonne über dem Horizont steht, ging und geht diese Arbeit in den Pflanzen von Statten. Denn die Pflanzen sind Maschinen, welche durch die Sonne in Bewegung gesetzt werden; so wenig in einer Spinnerei die Spindeln allein das Garn spinnen, wenn sie nicht durch die Hand des Menschen oder durch den Dampf gedreht werden, so wenig vermögen die Pflanzen ihre wunderbare Arbeit zu verrichten, wenn ihre grünen Zellen nicht durch das Licht der Sonne in Thätigkeit versetzt werden.

Die von den Wurzeln aufgesaugten Mineralstoffe sammt dem Wasser des Bodens sind durch die Leitbündel des Blattadernetzes in die mit Chlorophyllkörperchen erfüllten Palissadenzellen des Blattfleisches geschafft worden; aber sie liegen hier regungslos neben einander, ohne in Verbindung einzutreten. Und nun erscheint die Sonne im Osten; ihre ersten Strahlen treffen die grünen Zellen unseres Blattes. In diesem Momente ist es, wie wenn in einer Fabrik bei Tagesanbruch die Arbeitsglocke geläutet wird,

der Dampf ziſchend in die Kolben tritt und nun mit einem Mal die Räder ſich drehen, die Triebwerke in einander greifen und das Tagewerk beginnt. Die Luft, welche das Blatt umſpült, beſteht bekanntlich aus vier Theilen Stickſtoff und einem Theil Sauerſtoff; außerdem enthält dieſelbe etwa ein Tauſendtel ihres Gewichts Kohlenſäure, die nämliche Gasart, die aus dem Champagner und dem Selterwaſſer in prickelnden Blaſen aufſteigt, über dem gährenden Moſt ſich lagert, durch das Feuer der Oefen und durch die athmenden Lungen der Menſchen und Thiere entwickelt wird. In einem mäßigen Wohnzimmer von fünf Meter Seite und vier Meter Höhe, welches 100 000 Liter Luft enthält, ſind nicht mehr als 30 bis 40 Liter Kohlenſäure vorhanden; aber dieſe Kohlenſäure wird von den Blättern gierig eingeſchlürft, ſobald ſie von der Sonne durchleuchtet werden. Durch die offen ſtehenden Pforten der Spaltöffnungen tritt die Kohlenſäure in das Innere des Zellengebäudes; in den Luftkanälen, welche dasſelbe nach allen Richtungen durchziehen, verbreitet ſie ſich; von den grünen Zellen wird ſie eingeſaugt. Kaum iſt die Kohlenſäure ins Innere dieſer Zellen eingetreten, ſo unterliegt ſie dem vereinten Angriff der vom Licht erregten Blattgrünkörperchen; ſie wird geſpalten in ihre beiden Beſtandtheile, nämlich in Sauerſtoff, der als Gas aus den Zellen wieder ausgetrieben und ſchließlich durch die Spaltöffnungen in die Atmoſphäre hinausgeſtoßen wird, und in Kohle, die im Innern der Zellen zurückbleibt.[20]) Die eben freigemachte Kohle aber wird augenblicklich wieder in neuer Verbindung gefeſſelt: vier Theile Kohle vereinigen ſich mit fünf Theilen Waſſer; das Endergebniß dieſer Vorgänge, die wir hier nicht ins Einzelne verfolgen können, iſt ein Kohlenhydrat, ein Stoff, der aus Kohle und Waſſer zuſammengeſetzt iſt; in der Regel erſcheint derſelbe zuerſt in Form von Stärkemehl, das aber durch leichte Umwandlungen in Zucker, Gummi oder Zellſtoff übergeht; tritt noch Ammoniak oder Salpeterſäure, Schwefel- und Phosphorſäure, Kali und Magneſia

in die Verarbeitung, so entsteht Eiweiß und Protoplasma. Kohlenhydrate und Protoplasma sind die Baustoffe der Pflanzenzellen, die Träger des Lebens; wir können sie daher auch Lebensstoffe nennen; ihre Erzeugung in den grünen Zellen unter der Einwirkung des Lichtes bezeichnen wir als Assimilation.

Unter dem Mikroskop können wir gewöhnlich die ersten Produkte dieser Thätigkeit sofort wahrnehmen; in den grünen Chlorophyllkörperchen werden schon nach fünf Minuten langer Besonnung



Zellen aus der Schwammschicht eines Sauerkleeblattes.
a Bei Beschattung; die scheibenförmigen Chlorophyllkörperchen sind ungefähr gleichmäßig auf die der Blattfläche parallelen Wände vertheilt. b Im Sonnenlicht nehmen sie Profilstellung an und wandern auf die zur Blattfläche senkrechten Wandpartien hinüber. c Bei längerer Besonnung kriechen sie an den Querwänden in Haufen zusammen. Nach Stahl.

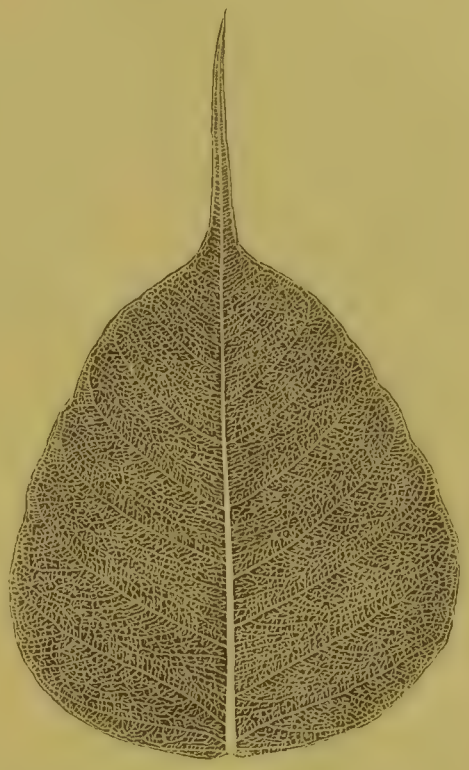
hellglänzende farblose Stärkekörnchen sichtbar; ihre Größe und Zahl wächst, je länger die Zellen im Lichte arbeiten. Aus diesen Stärkekörnchen werden dann in den Zellenlaboratorien unter Verarbeitung mit anderen Nährstoffen alle übrigen Bau- und Bildungsstoffe der Pflanze bereitet[21]).

Um die erregenden Kräfte des Tageslichtes voll ausnutzen zu können, stellen die linsenförmigen Chlorophyllkörperchen ihm ihre breite Fläche entgegen; wenn aber die Sonnenstrahlen, direkt einfallend, mit übermächtiger Reizung sie bedrohen, dann wenden sie sich um und kehren der Sonne ihre schmalen Kanten zu, oder sie kriechen von der Oberseite des Blattes fort und flüchten sich in den Schatten der Seitenwände ihrer Zellen; erst wenn die Sonne ihre Gluth gemildert, kehren sie wieder an die Oberfläche ihrer

Zelle zurück. Als wären sie selbstständige Lebenswesen, so suchen die Chlorophyllkörperchen jedesmal diejenige Lage auf, die ihrer Arbeit und ihrer Erhaltung am günstigsten ist.

So lange die Sonne mit ihrem Lichte die Zellen durchtränkt und die Chlorophyllkörperchen in Thätigkeit versetzt, so lange währt auch das Erzeugen der Lebens- und Zellbaustoffe, oder, um den wissenschaftlichen Ausdruck zu gebrauchen, der Assimilationsprozeß; sobald sie untergegangen, so ist das Tagewerk der grünen Zellen beendet; es ist, als sei der Dampf aus den Maschinen der Fabrik entlassen worden. Nun freilich beginnt die Nachtarbeit; aber diese ist von ganz anderer Art; jetzt gilt es nicht mehr, neue Lebensstoffe zu bereiten, sondern die bei Tag gewonnenen Fabrikate zweckmäßig zu verwenden. Wie die Maschinen unserer Werkstätten durch die Arbeit selbst leiden, so sind auch die Zellen durch ihr Tagewerk angegriffen worden und bedürfen gründlicher Reparatur, wenn sie am anderen Morgen wieder arbeitsfähig sein sollen. Die Zelle entledigt sich ihrer unbrauchbar gewordenen Theile, indem sie dieselben einfach verbrennt; d. h. sie verbindet dieselben mit dem Sauerstoff der Luft, den sie zu diesem Zweck jetzt gierig einsaugt; das Produkt der Verbrennung ist Wasserdampf und Kohlensäure, welche in die Atmosphäre zurückgetrieben werden. Bekanntlich entfernt auf dieselbe Weise auch das Thier die abgenutzten Bestandtheile seines Körpers, indem es dieselben mit eingeathmetem Sauerstoff verbindet und die durch ihre Verbrennung entstandene Kohlensäure zugleich mit dem Wasserdampf beim Ausathmen ausstößt. Den Verlust, den die Zelle bei ihrer Reinigung erlitten, ersetzt sie sofort, indem sie mit Zellstoff ihre Wände ausbessert, gleichzeitig auch verstärkt und verdickt, und indem sie mit neu gebildetem Eiweiß ihr Protoplasma und die Chlorophyllkörperchen wieder auffrischt. Der Ueberschuß der bei Tag produzirten Lebensstoffe wird in besonderen Zellen, wie in Vorrathskammern für spätere Verwerthung aufgespeichert, oder er wird sofort zu Neubauten verbraucht. Denn

wie in einer blühenden Fabrik fortwährend Erweiterungen nöthig werden, so finden wir auch in jeder lebhaft gedeihenden Pflanze gewisse Stellen an den Wurzelspitzen und in den Knospen, wo unablässig neue Zellen unter Theilung der alten gebaut werden. So lange diese klein und unfertig sind, können sie sich nicht selbst erhalten und müssen von den alten Zellen gewissermaßen gefüttert werden; kaum aber sind sie erwachsen und vollständig eingerichtet, so gehen sie selbst an ihr Tagewerk. Es ist wie in einer arbeitsamen Familie, wo die Kinder nur so lange von den Eltern ernährt werden, bis sie erwachsen sind; dann verdienen sie sich ihr Brot durch eigene Arbeit und tragen zum gemeinsamen Wohlstand des Hauses bei. Für die Ernährung der jungen Zellenbrut wird das Stärkemehl, welches während des Tages in den Chlorophyllkörperchen der grünen Blattzellen massenhaft sich gebildet hatte, verflüßigt und in den Kanälen des Leitgewebes, das als zierliches Adernetz die ganze Blattfläche durchzieht, fortgeleitet; so wandert es aus den Blättern in die Stengel und Wurzeln und wird zu allen den Stellen hingeleitet, wo Zellen neu gebildet, vergrößert oder gefestigt werden sollen. Alle Stärke, die bei Sonnenuntergang die Blattgewebe füllte, ist bis zum nächsten Morgen vollständig



Blatt des heiligen Feigenbaums (Ficus religiosa) von Ostindien, zeigt das feine Adernetz, das die ganze Blattfläche durchzieht. Nach einer Photographie von Krull.

verschwunden; sie ist exportirt und anderwärts zum Zellenbau verbraucht worden. Für die Geschäfte der Renovation und für ihre Neubauten, oder, um den wissenschaftlichen Ausdruck zu gebrauchen, für Athmung und Ernährung, für Wachsthum und Vermehrung ihrer Zellen, wie für die tausendfältigen Vorgänge des Stoffwechsels, bedarf die Pflanze der Sonne nicht; sie gehen in der Finsterniß ebenso von Statten, als im Lichte; daher wachsen die Pflanzen bei Nacht wie bei Tage; ja das Wachsthum geht im Dunkel meist noch schneller vor sich, als im Lichte, so lange der Vorrath von Baustoffen ausreicht. Um aber neue Lebensstoffe zu bereiten, müssen die grünen Zellen vom Licht in Thätigkeit versetzt werden; die nicht grünen Zellgewebe, aus denen der Holzkörper, die Wurzeln, die Blüthen, Früchte und Samen sich zusammensetzen, sind in ihren Arbeitsleistungen vom Lichte unabhängig. So sammeln die Bienen ihre Schätze nur bei Sonnenschein, aber aus den eingetragenen Stoffen bauen sie ihre Zellen, nähren sie ihre junge Brut auch in tiefer Finsterniß.

Dagegen kann die Pflanze im Dunkeln keine neuen Lebensstoffe bereiten; wenn das Kapital, das sie aus früheren Lichtzeiten angesammelt, für den Stoffwechsel und die Zellenernährung verbraucht ist, so hat sie nichts mehr zu leben und muß verschmachten.[22]) Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß die Pflanzen, die wir in lichtarmer Stubengefangenschaft halten, trotz aller ihnen gezollten Liebe, die Stengel so lang ausstrecken, als hofften sie noch das ersehnte Sonnenlicht zu erreichen, während die Blätter verbleichen und verkümmern. Die blassen Jammergestalten gehen am Hungertode früher oder später zu Grunde, wenn nicht eine mitleidige Hand ihnen sonnige Feiertage gönnt, indem sie dieselben an das Licht stellt.[22])

V.

Wir haben die mit den Körperchen des Blattgrün erfüllten Zellen als die Apparate bezeichnet, mit deren Hilfe das Sonnenlicht die Kohlensäure in Kohle und Sauerstoff zersetzt; sie entsprechen also gewissermaßen den galvanischen Zersetzungszellen, vermittelst deren die Elektricität Thonerde in Sauerstoff und Aluminiummetall zerlegt; werden diese als elektrolytische, so können die grünen Blattzellen als photolytische Zellen bezeichnet werden. Aber die Elektricität baut sich nicht selbst ihre Batterien; die Sonne aber fertigt sich selbst die Apparate, mit denen sie arbeitet. Denn nur im Licht entwickelt sich das Blattgrün; wird eine Pflanze im Dunkeln gezogen, so bleiben ihre Zellen ungefärbt, und meist wird selbst das früher vorhandene Chlorophyll allmählich zerstört.

Lassen wir Samen im Finstern keimen, Knollen oder Zwiebeln im Dunkel austreiben, so sind die jungen Sprossen blaß und bleich; in ihren Zellen hat sich der grüne Farbstoff nicht ausgebildet; Goethe nannte sie abgeweißt; gewöhnlich werden sie als etiolirt bezeichnet. Die Stengelglieder haben sich übermäßig verlängert, aber es fehlt ihnen die nöthige Festigkeit, um sich aufrecht zu halten, schlaff liegen sie am Boden; die gebleichten Blätter verkümmern. Für unseren Gaumen sind freilich diese krankhaft entwickelten Gestalten zusagender als die gesunden, gleich den Fettlebern und den Speckseiten gemästeter Thiere; Blumenkohl, Kopfsalat, Spargelsprossen erkennt der Botaniker als Pflanzen, die wegen Lichtmangels etiolirt sind.[23])

So ist das Grün der Wiesen und Wälder von der Sonne selbst gemalt; wie das Bild auf der empfindlichen Platte des Photographen durch das Sonnenlicht sich schwärzt, so ergrünt die Pflanze im Licht des Tages. Die Sonne hat eben nur die eine Farbe auf ihrer Palette; daher sind alle Pflanzen grün; die Begriffe von Grün und Vegetation sind uns fast gleichbedeutend. Und es ist

ein Grün ganz eigener Art, dieses Blattgrün oder Chlorophyll; denn es enthält, wie die Maler wissen, außer Grün auch Gelb,

b a

Zwei Georginen.

a Im Lichte normal gewachsen. b Im Dunkelzimmer etiolirt, die Stengel schlaff, bleich, die Blätter verkümmert. Nach einer Photographie von Krull.

Orange, Roth beigemischt, aber durchaus nicht das leuchtende Scharlachroth, sondern das dunkle Rubinroth; dagegen fehlt diesem Grün merkwürdiger Weise jede Spur von Blau.

Während das Laub nur in der Sonne ergrünt, sind die bunten Farben der Blumen, die wir doch vorzugsweise als Kinder der Sonne betrachten, von ihrem Lichte fast unabhängig; sie entstehen durch den Stoffwechsel aus dem Lebensstoffvorrath der Zellen auch im Dunkel; läßt man eine Hyacinthenzwiebel, einen Crocus im Finstern treiben, so werden die Blätter bleich, die Blüthen aber schmücken sich gleichwohl mit ihren lichten Farben.

Ueber die Kräfte, mit denen die Sonne in den Pflanzen arbeitet, haben die Forschungen der Neuzeit merkwürdige Thatsachen festgestellt. Wir erkennen in der Sonne einen unerschöpflichen Vorrath lebendiger Kraft, die sich zunächst dadurch äußert, daß sie die Theilchen ihrer Lichthülle in schwingende Bewegung setzt; diese Schwingungen pflanzen sich durch den Aether fort, der das ganze Weltall erfüllt und alle Körper durchdringt; wie der Schall in den Schallwellen, so verbreitet sich auch das Licht in Wellenkreisen, die sich ins Unendliche ausbreiten; die Richtung, in der diese Schwingungen fortschreiten, nennen wir Lichtstrahlen. Die Sonne entsendet in jedem Augenblicke zahllose Schwingungen der verschiedensten Geschwindigkeit, längere und kürzere Lichtwellen in allen möglichen Abstufungen in den Weltraum; wenn diese gemeinsam und gleichzeitig unser Auge treffen, rufen sie in demselben die Empfindung des weißen Lichts hervor, etwa so, wie die verschiedenen Töne, welche ein Orchester gleichzeitig von seinen Instrumenten ausschickt, im Ohre des Hörers zu einer gemeinsamen Tonempfindung verschmelzen. Das weiße Licht ist daher als ein Akkord zu betrachten, aus der gleichzeitigen Wahrnehmung verschiedener Lichttöne hervorgegangen; und gleichwie der Musiker jeden Akkord in seine Einzeltöne auflösen kann, welche der Laie nur als einen Gesammtton empfindet, so kann der Physiker mit Hilfe eines Glasprisma den Gesammtton des weißen Lichts in gesonderte Lichttöne oder Farben auflösen, unter denen der Dreiklang von Roth, Gelb und Blau als Grundtöne bezeichnet werden kann. Wie der höhere Ton einer Of-

tave von dem tieferen nur durch die schneller auf einander folgenden Schwingungen, oder durch die kürzeren Schallwellen sich unterscheidet, so sind auch die sieben Farben des Regenbogens oder des durch ein Glasprisma entworfenen Sonnenspektrums nur durch die rascheren oder langsameren Vibrationen, durch die größere oder geringere Länge der Lichtwellen verschieden; die rascheren Schwingungen, die kürzeren Lichtwellen empfinden wir als Violett, Indigo, Blau, die langsamer schwingenden oder längeren Lichtwellen als Grün, Gelb, Orange und Roth. Wer am Seestrande die zahllosen großen und kleinen, hohen und niedrigen, sich kreuzenden, sich verstärkenden oder abschwächenden Wellen beobachtet hat, in denen der Wind gleichzeitig die unermeßliche Wasserfläche aufregt, dem mögen sie ein annäherndes Bild geben von den Lichtwellen, in denen die Sonne den Weltäther erzittern macht.

Bewegen sich die Lichtwellen aus einem durchsichtigen Körper in einen anderen, so werden sie von ihrer Richtung abgelenkt oder gebrochen, und zwar um so stärker, je kürzer sie sind; Roth wird am schwächsten, Violett am stärksten gebrochen; hierbei zeigt sich, daß von allen Farben Gelb die größte Leuchtkraft besitzt, und daß die Helligkeit sowohl nach dem rothen als auch nach dem violetten Ende des Sonnenspektrums hin rasch abnimmt.

Aber kaum ein Drittel der Schwingungen, die von der Sonne ausgehen, wird von unserem Auge als Licht empfunden; die Sonne entsendet auch unsichtbare Strahlen, welche durch ein Glasprisma noch stärker abgelenkt und gebrochen werden und noch kürzere Wellen haben als Violett; ein anderer Theil der unsichtbaren Strahlen ist noch schwächer brechbar und hat noch längere Wellen als Roth. Während diese letzteren demnach auf die lichtempfindende Schicht unserer Netzhaut keinen Eindruck machen, erzeugen sie in unseren Hautnerven die Empfindung von Wärme, sie machen den Quecksilberfaden des Thermometers steigen und werden in der Thermosäule in Elektricität und Magnetismus umgewandelt. Die Wärme

der Sonne geht vorzugsweise von diesen dunklen Wärmestrahlen aus; von den sichtbaren Strahlen ist Roth am wärmsten; die wärmende Kraft nimmt allmählich ab in den schneller schwingenden Strahlen und ist im Blau und Violett kaum noch bemerkbar. Dagegen zeichnen die letzteren Strahlen sich vor den übrigen aus durch die kräftigen chemischen Wirkungen, die sie auf gewisse Substanzen ausüben; indem ihre überaus raschen Schwingungen auf diese Körper sich fortpflanzen, bewirken sie hier Trennung chemisch verbundener, dort Vereinigung getrennter Atome. Am bekanntesten ist ihre Einwirkung auf das photographische Papier, dessen Salze unter den Schwingungen des rothen oder gelben Lichts unverändert bleiben, während sie im blauen und violetten Lichte sich rasch zersetzen und in Folge dessen schwärzen; die unsichtbaren übervioletten Strahlen besitzen noch größere chemische Kraft.

Demnach ordnen sich die von der Sonne ausstrahlenden Schwingungen in drei Gruppen nach dem Grade ihrer Brechbarkeit und nach der Schwingungszahl oder Länge ihrer Wellen. Von den Strahlen mit geringster Brechbarkeit und größter Wellenlänge geht die wärmende Kraft der Sonne aus. Die Strahlen von mittlerer Brechbarkeit und Wellenlänge zeichnen sich durch ihre Leuchtkraft, die Strahlen von größter Brechbarkeit und den kürzesten Wellen durch ihre photochemischen Wirkungen aus. Das Maximum der Wärme kommt den überrothen, die größte Helligkeit den gelben und die größte photochemische Energie den blauen, violetten und übervioletten Strahlen zu.

Suchen wir nun zu ermitteln, ob von diesen drei Gruppen der Sonnenstrahlen nicht auch verschiedene Wirkungen auf das Pflanzenleben ausgehen.

Zunächst wollen wir eine Anzahl Wickensamen oder Weizenkörner unter Glocken von rothem, von gelbem, von blauem oder violettem Glase aussäen, welche aus dem weißen Sonnenlicht nur möglichst einfarbige Strahlen durchlassen, die übrigen Farben aber

zurückhalten. Schon nach wenig Tagen zeigt sich eine Verschiedenheit in den gekeimten Pflanzen: die unter der rothen Glocke stehen steif senkrecht, ohne die mindeste Abweichung von der Lothlinie, sie gehorchen allein dem Reiz der Schwerkraft; unter dem blauen oder

Topf mit Keimpflanzen der Wicke (Vicia sativa).
a Unter einer rothen Glasglocke steif aufrecht gewachsen. b Unter einer blauen Glasglocke positiv heliotrop gekrümmt, nach dem Fenster zum Lichte hinwachsend. Nach einer Photographie von Krull.

violetten Glase neigen sie sich in spitzem Winkel dem Fenster zu, als seien sie geradlinig von den Lichtstrahlen angezogen. Auch die mikroskopischen Schwimmsporen der Algen werden nur durch die stärker brechbaren blau-violetten Strahlen angeregt, ihr farbloses, mit Geißeln und einem rothen Augenpunkt versehenes Vorderende der Lichtquelle zuzuwenden und derselben in geradliniger Schraubendrehung zuzusteuern; im rothen Lichte schwimmen sie ohne bestimmte Richtung durch einander, gerade so wie sie es im Dunkel thun.

Wir erkennen daraus, daß die heliotrope Kraft der Sonne, welche die Bewegung zum Lichte bestimmt, ganz ausschließlich in den stärker brechbaren blau-violetten Strahlen ihren Sitz hat, die wir als photochemische bezeichnet haben, daß sie dagegen den rothen warmen Strahlen vollständig abgeht; daher wachsen die Pflanzen im rothen Lichte genau so wie in der Finsterniß, sie werden allein von der Schwerkraft nach dem Lothe gerichtet. Durch die blauen und violetten Lichtstrahlen dagegen werden die Pflanzen in die Lage gebracht, in der ihre Lebensthätigkeiten am günstigsten von Statten gehen; unter ihrer Erregung stellen die Blätter sich rechtwinkelig quer gegen das einfallende Licht, so daß die Strahlen ungebrochen in die cylindrischen Palissadenzellen eintreten und dort ihre Lebensstoff erzeugende Arbeit verrichten können; die Wurzeln dagegen werden von ihnen in die Tiefe der Erde hinabgescheucht, um dort sich an ihre dunkle Bergmannsarbeit zu machen.

Während demnach den photochemischen blau-violetten Strahlen des Sonnenlichts vor allem die Aufgabe obliegt, die Organe der Pflanzen in die richtige Lage zu stellen und in derselben festzuhalten, arbeiten in den am hellsten leuchtenden orange und gelben Strahlen jene wunderbaren Kräfte, die den Chlorophyllapparat lebender grüner Pflanzenzellen in Schwingungen versetzen; die leuchtenden Sonnenstrahlen sind es auch, die dann mit Hilfe des Chlorophylls die Kohlensäure der Luft zerspalten und die aus derselben abgeschiedene Kohle mit Wasser zu einer neuen Verbindung, zu Stärkemehl oder Zucker, zusammenschmelzen, während sie den Sauerstoff der Luft zurückgeben; die leuchtenden Strahlen sind es ferner, welche diese Verbindung, nachdem sie noch gewisse Elemente, Stickstoff, Schwefel und Phosphor aus dem Erdboden aufgenommen, mit der geheimnißvollen Kraft ausstatten, als organisirtes Protoplasma den Prozeß des Lebens zu unterhalten und die Welt der Pflanzen, Thiere und Menschen zu gestalten; sie sind es endlich, welche in den Zellen das grüne Chlorophyll erzeugen, ohne welches selbst das

Licht jene Wunder des Schaffens nicht zu Stande bringt. In Bezug auf Erzeugung von Lebensstoffen leistet dagegen das blaue und violette Licht nicht viel mehr als die Finsterniß; daher bleiben die Pflanzen unter der blauen oder violetten Glocke bleich und schwächlich, ähnlich denen, die im Dunkel gewachsen; bestimmen wir die Kohlensäure, welche ihre Zellen eingesogen und zur Bereitung von Lebensstoffen verbraucht haben, so finden wir, daß sie nur eine äußerst geringe Menge derselben zu verarbeiten im Stande waren. In den leuchtenden gelben Strahlen dagegen haben die Pflanzen eine große Menge Kohlensäure der Luft entzogen, Sauerstoff ausgeathmet und Lebensstoffe bereitet, in Folge deren sie kräftig genährt und lebhaft grün erscheinen.

Offenbar findet im Sonnenlicht eine Theilung der Arbeit statt. In den am schnellsten schwingenden photochemischen Strahlen, zu denen Blau und Violett gehören, ist die Kraft enthalten, welche die Schwerkraft überwindet und die Organe der Pflanzen, je nach ihrer Bestimmung, zur Sonne anzieht oder dieselben von ihr abstößt, welche in ihnen die heliotropen Bewegungen und das wechselnde Spiel von Schlaf und Erwachen erregt.

In den leuchtenden Lichtschwingungen von mittlerer Geschwindigkeit dagegen, vor allem im Gelb, wohnt die Kraft, welche die Blätter grün färbt, den Chlorophyllapparat ihrer Zellen zugleich erzeugt und in Thätigkeit setzt, im Innern der grünen Zellen die todten Rohstoffe assimilirt und zu lebensfähigen Verbindungen verarbeitet. Beide Kräfte ergänzen sich mit Nothwendigkeit; denn da die im Boden festgeheftete Pflanze sich nicht fortbewegen kann, wie das Thier, so übernehmen es die chemischen Sonnenstrahlen, die Blätter so zurecht zu rücken, daß die leuchtenden Strahlen senkrecht auf dieselben fallen und mit möglichst geringem Kraftverlust ihre Arbeit verrichten können. Haben die hell leuchtenden gelben Strahlen in den Blattzellen eine Operation zu vollziehen, so sind die blauen Strahlen gewissermaßen die Assi-

stenten, welche die Blätter in die richtige Lage bringen und darin festhalten.

Den wärmenden Strahlen endlich, zu denen auch das Roth gehört, die aber zum größten Theil unsichtbar sind, wohnt gar keine heliotrope und nur eine geringe assimilirende Kraft bei; dennoch sind auch sie für das Leben der Pflanze von der höchsten Bedeutung, so daß wir für sie eine besondere Betrachtung vorbehalten wollen. Nur andeuten wollen wir hier, daß die Wärmeschwingungen es sind, von welchen die Vorgänge der Athmung in den Pflanzen abhängen, deren Anfangs- und Endstadien in der Einsaugung von Sauerstoff und in der Ausathmung von Kohlensäure sich bemerklich machen; ihre Aufgabe ist gleichzeitig, die tausendfältigen chemischen Prozesse des Stoffwechsels, das Wachsthum und die Vermehrung der Zellen anzuregen.

VI.

Welche Kräfte nun auch die Sonne in die Pflanzenzellen einstrahlt, dieselben verschwinden nicht in den von ihr erzeugten Bildungen, sondern sie sind in ihnen gewissermaßen fixirt und können später, wenn auch oft in anderer Form, wieder freigemacht werden. Gleichwie der Mensch sich nicht scheut, das Wachs und den Honig, welchen die Bienen für ihre eigene Brut angesammelt, zu seinem Nutzen zu rauben, so verfährt er auch mit den Pflanzenzellen. In jedem Bissen Brot verzehren wir Stärkemehl und Eiweiß, welches die Zellen des Roggenkorns zur Ernährung des jungen Keimes im Laufe des Sommers aufgespeichert hatten. Schon Liebig hat darauf hingewiesen, daß das Roggenkorn fast die nämliche chemische Zusammensetzung hat, wie die Frauenmilch; kein Wunder, daß die Bestandtheile desselben sich so leicht in Muskeln und Nerven, in Fleisch, Blut und Gehirn umwandeln. Alle Thiere ernähren sich von Pflanzen, die einen direkt, die Fleischfresser aus zweiter Hand, da sie von Pflanzenfressern leben; in keinem Thiere

findet sich nur ein Atom, das nicht in einer Pflanzenzelle zubereitet worden wäre; die Thiere setzen sich an den gedeckten Tisch der Natur, sie überlassen es der Sonne, ihnen die Kost in den Pflanzenzellen gar zu kochen.

Wenn wir daher im Sommer uns oft über drückende Hitze beschweren, so kommt uns wenigstens die Arbeit jener Sonnenstrahlen im Brot und im Fleisch, das auf unsere Tafel gelangt, nachträglich zu Gute. Und wenn der Wein, den die Herbstsonne gereift hat, ausgegohren ist, werden wir von dem Feuer ihrer Strahlen noch einmal durchglüht. Wenn wir die Zimmer mit Oel beleuchten, so wird das Sonnenlicht, das die Zellen der Rapskörner mit brennbarem Stoff füllte, noch einmal ausgestrahlt, und wenn wir sie mit Holz heizen, so genießen wir die Wärme, welche die Sonnenstrahlen während eines halben Jahrhunderts in den Bäumen des Waldes aufgehäuft haben. Heizen wir dagegen mit Steinkohlen und beleuchten wir mit Gas, so erwärmen wir uns an der Sonnengluth und genießen das Sonnenlicht, das in den Sommern der Vorwelt arbeitete und die wundersamen, längst ausgestorbenen Pflanzengeschlechter hervorbrachte, welche einst in unendlicher Fülle die Inseln des Urmeers bedeckten, bis ihre verkohlten Zellengewebe in bergetiefen Lagern begraben wurden.[24]) Die Kohle ist versteintes Sonnenlicht; denn wie in der Schmelzhütte durch des Feuers Gluth das unreine Erz von den fremden Beimischungen geläutert und das edle Metall abgeschieden wird, so ist aus der Kohlensäure der Atmosphäre durch das Sonnenlicht mit Hilfe der Pflanzen das schwarze Gold der Kohle ausgeschmolzen worden. Verbrennen wir die Kohle, so geben wir der Luft die Kohlensäure zurück, aus welcher dieselbe vor Millionen Jahren genommen ward, und bereiten dadurch für die Pflanzengeschlechter der Zukunft Arbeitsstoff vor, den sie mit Hilfe der Sonne dereinst wieder in lebendiges Zellgewebe umgestalten werden. Gleichzeitig wird aber auch beim Verbrennen der Kohle Wärme frei, die wir durch Ver-

mittlung der Dampfmaschine zu mechanischer Arbeit benutzen können. Die Arbeitskraft, die in der Kohle ruht, ist fixirte Arbeitskraft der Sonnenstrahlen; man hat berechnet, daß jedes Stück Kohle beim Verbrennen so viel Kraft frei macht, um sein eigenes Gewicht 400 Meilen hoch empor zu schleudern. Im Jahre 1892 wurde allein in Deutschland ein Steinkohlenwürfel von 71 372 Millionen Kilogramm gefördert, der an Masse das größte menschliche Bauwerk, die Cheopspyramide, um das Zwanzigfache übertrifft; um die Arbeit zu Stande zu bringen, welche Deutschlands Kohlenproduktion dieses einen Jahres zu leisten vermag, würden 216 Millionen Pferde ein ganzes Jahr lang, 300 Tage im Jahre und acht Stunden am Tage arbeiten müssen; oder es müßte während derselben Zeit die Arbeitskraft von 1700 Millionen Menschen in Anspruch genommen werden. Die Kohlenproduktion Englands ist gegenwärtig etwa zwei ein drittel mal größer als die deutsche, und die Kraft, welche in der im Jahre 1892 geförderten englischen Kohle ruht, würde nur durch die Jahresarbeit von 4000 Millionen Menschen zu erreichen sein, beiläufig dreimal so viel, als vermuthlich überhaupt auf der Erde leben. So gewiß nun diese ungeheure in der Kohle festgelegte Kraft aus der Sonne stammt, so gewiß ist es auch die Sonne, welche die Räder der Lokomotive und die Schraube des Dampfboots treibt, welche den Eisenhammer hebt und die Spule dreht und in tausenderlei Verrichtungen Handel und Industrie und damit die ganze Civilisation in Bewegung setzt. Die Arbeit der Thiere und der Menschen stammt zwar zunächst von der Thätigkeit ihrer Muskeln, die Muskelkraft aber aus der Nahrung, und da diese nur in Pflanzenzellen gebildet ist, so ist wieder die Sonne die eigentliche Kraft- und Lebensquelle unseres Körpers. Und wenn die Seelenthätigkeit als Arbeit unseres Gehirns aufgefaßt werden darf, so können wir vielleicht sagen, daß unsere Gedanken Sonnenlicht sind und daß unsere Empfindungen von der Gluth der Sonne erwärmt werden.

Wohl könnte sich daher ein Naturforscher wie Darwin zu dem

Ausspruche vermessen: gieb mir nur eine einzige grüne Pflanzenzelle, und ich will dir die Erde schmücken mit Wäldern, Wiesen und Feldern und will sie beleben mit den Geschlechtern der Thiere und Menschen, ein jegliches nach seiner Art. Denn in der grünen Zelle wird die Sonne an die Arbeit treten und die todten Elemente in Lebensstoff umschmelzen; für das Uebrige wird das große Gesetz der Entwicklung sorgen, welche das einfachste Lebenswesen in unbegrenzter Vervollkommnung zu immer höheren und mannigfaltigeren Gestaltungen fortbildet.

Aber freilich die Sonne allein kann solches nicht leisten; sie bedarf dazu eines Werkzeuges, einer grünen Pflanzenzelle. Nun giebt es aber keine grüne Zelle, die nicht aus Protoplasma, Chlorophyll und Zellstoff bestände; Protoplasma, Chlorophyll und Zellstoff werden ausschließlich in Pflanzenzellen erzeugt; selbst wenn es der Chemie einmal gelingen würde, diese Stoffe künstlich herzustellen — jene innere Organisation, an die das Leben gebunden ist, vermag sie ihnen nicht mitzutheilen; die Natur selber ist nicht im Stande, unlebendigen Stoff zu organisiren und zu lebendem Gebilde neu zu gestalten; sie arbeitet überall mit gegebenen Stoffen und Formen; denn jede Zelle setzt eine frühere voraus, in der ihre Lebensstoffe vorbereitet und organisirt worden sind. So befinden wir uns in einem Kreise, aus dem wir nicht heraus können. Immer bleibt uns die Frage: wie entstand die erste Zelle?

Hier, wie überall, wo die Naturwissenschaft in der Welt des Organischen aus dem Bereich der Beobachtungen und Erfahrungen heraustritt und nach dem Urgrund des Lebens zu forschen wagt, bleibt sie uns die Antwort schuldig; sie muß sich bescheiden, daß sie das Problem des Lebens nicht zu lösen vermag. Und doch zieht es, wie die Pflanze zum Licht, so auch den Menschengeist unwiderstehlich, dem Welträthsel nachzuforschen. So verlockt den Wanderer die Sehnsucht nach jenen blauen Berggipfeln, die hoch in den Himmel hineinragen. Rastlos steigt er zu ihnen empor; ihn verdrießt es nicht, wenn hinter jeder Spitze, die er erklommen, sich

andere noch höhere erheben, die er von unten gar nicht wahrgenommen. Aber hat er auch das letzte Ziel erreicht, so ist er doch der Sonne nicht näher gekommen, der Himmel bleibt ihm unendlich entfernt und ewig unerreichbar. Und doch bereut er die Anstrengung nicht, die ihn emporgeführt. Oben athmet er eine reinere Luft, er genießt ein helleres Licht. Und erst von der Höhe lernt er seine Heimath verstehen; in klaren Linien überschaut er die Züge der Gebirge, die ihm unten so verworren erschienen; er verfolgt die Gewässer bis zu ihren Quellen. Manche Höhe freilich, die ihm unten einst imponirt, erscheint ihm nun winzig; die Grenzen, welche Länder und Völker scheiden, erkennt er als willkürlich und unnatürlich. Mit dem freien Blick befreit sich auch der Geist von der Beschränktheit, in der ein eingeengter Gesichtskreis ihn gefangen gehalten, und weit hinter ihm bleiben die kleinlichen Leidenschaften, welche den Menschen nur in niederen Regionen belasten. Eine solche befreiende Kraft ruht auch in dem Forschen nach der Wahrheit: sie durchströmt das Leben des einzelnen Menschen, wie die ganze Geschichte der Menschheit mit Licht und Leben.

Erläuterungen.

[1]) (S. 254.) Schilling.

[2]) (S. 256.) Die Vergötterung von Licht und Finsterniß, von Sonne und Nacht als Repräsentanten des guten und bösen Princips, scheint auch dem Kultus anderer weniger bekannter polytheistischer Religionen zu Grunde zu liegen, so dem der Germanen, Kelten, Slaven und selbst der alten Peruaner und Mexikaner.

[3]) (S. 257.) Daß Schlafen und Wachen der meisten Thiere an bestimmte Tageszeiten gebunden sind, ist wohl auf eine größere oder geringere Empfänglichkeit gegen den Reiz des Lichts zu beziehen. In allen Thierklassen, selbst unter den Säugethieren und Vögeln, finden wir Gattungen und Arten, deren wache Zustände in die Dämmerung und selbst in die Nacht fallen. Unter den Amphibien kennen wir eine Gattung, Olm, Proteus, welche alle Entwickelungsstufen ihres Lebens in der Finsterniß unterirdischer Grotten durchläuft. Von den wirbellosen Thieren leben in den innersten Höhlen Schnecken aus der Gattung Carychium, sowie zahlreiche Gliederthiere aus allen Klassen. Gewöhnlich nimmt man an, daß die Entwickelung des Hautpigments von dem Licht abhängt und daß unter energischerem Lichte die Thiere intensiver gefärbt sind. Alle echten Grottenthiere haben das gemein, daß sie in der Jugend fast farblos sind; im späteren Alter färben sie sich zum Theil kaffeebraun und selbst tief schwarzbraun (Leptodirus Hohenwartii, Sphodrus cavicola, Ixodes gracilipes). Der Olm läßt sich längere Zeit in der Gefangenschaft selbst bei Tageslicht lebend erhalten und verändert dann seine fleischfarbene Körperhaut ins schmutzig Schwarzbraune; die übrigen Grottenthiere haben sich bis jetzt noch nicht in der Gefangenschaft aufziehen lassen. Nach neueren Untersuchungen wirken die verschiedenen Lichtfarben verschieden auf Fettbildung und andere Vorgänge des Stoffwechsels bei den Thieren. Auch auf die Entwickelung der Augen hat das Licht Einfluß: beim Proteus und den in der Erde wohnenden Säugethieren sind die Augen verkümmert; den Insekten, welche im Innern der Grotten leben, fehlen die Augen ganz; die Arten dagegen, welche die vorderen Grottenräume bewohnen, haben Augen (Sphodrus und Cryptopthalmus). Bei Machairites spelaeus besitzt das

Männchen Augen, nicht aber das zierlichere, auf die hintersten Grotten beschränkte Weibchen.

Die Untersuchungen des Meeresgrundes mit Hilfe des Schleppnetzes haben gezeigt, daß, während Pflanzen nur in flacheren Meeren existiren können, eine reiche Thierfauna selbst in sehr bedeutender Tiefe, bis zu der kein Licht mehr hinabdringt, lebt, ebenso mannigfaltig, wie in der Nähe der Küsten, darunter auch Arten mit lebhaft gefärbtem Körper. Aus der schon von früheren Forschern ermittelten Thatsache, daß niedere Thiere bei einseitiger Beleuchtung sich in der Regel möglichst geradlinig zum Lichte hinbewegen, während einzelne lichtscheue Arten sich ebenso direkt vom Lichte abwenden und in das Dunkel flüchten, und daß bei diesen durch den Lichtreiz ausgelösten progressiven Bewegungen der Thiere die rothen Lichtstrahlen gar nicht, die blauen dagegen ausschließlich oder doch hauptsächlich wirksam sind, hat Loeb die völlige „Uebereinstimmung des Heliotropismus der Thiere mit dem Heliotropismus der Pflanzen" nachzuweisen gesucht (1890).

[4]) (S. 257.) Der Ausdruck „Schlaf der Pflanzen" rührt von Linné her, der im Jahre 1755 eine Dissertation „Somnus plantarum" veröffentlichte; doch ist die Aehnlichkeit mit dem Schlaf der Thiere rein äußerlich; es handelt sich bei den Pflanzen um Bewegungen der Laub- und Blüthenblätter, die durch den Lichtreiz ausgelöst werden; daß dieselben einem Ruhebedürfniß dieser Organe dienen, wie bei den Thieren, ist wenig wahrscheinlich. Vergl.: Ueber den Blumenschlaf: Pfeffer. Ueber Oeffnen und Schließen der Blüthen. Physiologische Untersuchungen 1871; Oltmanns, Botan. Zeitg. 1895 I. 2. Daß die Blumenuhr nicht zuverlässig ist, da Temperatur und Bewölkung das Oeffnen und Schließen der Blüthen bald verzögern, bald beschleunigen, ist selbstverständlich. Merkwürdig ist jedoch, daß im hohen Norden die Blumen sich nahezu zur selben Stunde öffnen und schließen, wie bei uns, obwohl dort im Sommer die Sonne gar nicht unter den Horizont sinkt. Vöchting (Ueber den Einfluß des Lichts auf Gestaltung und Anlage der Blüthen, Pringsheims Jahrbücher XXV), hat gezeigt, daß nicht nur die Bildung von Blüthen, sondern auch die Form und Größe der Blumenkrone von der Helligkeit der Beleuchtung abhängig ist.

[5]) (S. 258.) Mesembrianthemum neapolitanum, Mes. pomeridianum. Die Stundenangaben sind Linnés Horologium Florae (Philosophia botanica S. 275) entnommen. Das frühere oder spätere Oeffnen der Blüthen hängt offenbar mit der größeren oder geringeren Empfänglichkeit für den Lichtreiz und der größeren oder geringeren Zeitdauer zusammen, die der Uebergang der Nacht- in die Tagstellung erfordert.

[6]) (S. 260.) In der Familie der Nymphaeaceen, zu denen die Lotosblume (Nymphaea Lotus) gehört, giebt es ebensowohl Arten, welche bei Tag geöffnet sind und des Nachts schlafen, als solche, die bei Nacht offen stehen und bei Tagesanbruch sich schließen. Das Nämliche ist bei den Kakteen, deren schönste eben die Königin der Nacht (Cereus grandiflorus) ist, der Fall.

[7]) (S. 260.) Der alte Conrad Sprengel hat schon vor 100 Jahren darauf hingewiesen, und Darwin hat es in neuerer Zeit zur Gewißheit gebracht, daß bei den meisten Pflanzen nur dann sich Früchte und Samen entwickeln, wenn ihre Blumen von Insekten: Käfern, Fliegen, Schmetterlingen oder Bienen besucht wurden; die Blumen suchen die Aufmerksamkeit ihrer Günstlinge durch glänzende Farben oder durch weithin reichenden Duft zu erregen und dieselben durch den Blüthenstaub, durch Honig oder Nektar, den sie in ihren Kelchen bieten, an sich zu locken; indem die Insekten sich aus dem Grunde der Blumen Honig oder Wachs holen, führen sie zugleich der Narbe den befruchtenden Blüthenstaub zu, den sie bei ihrem Umherschwärmen von einer Nachbarblüthe abgestreift hatten. Die meisten Blumen werden von bestimmten Arten von Insekten besucht, und da deren Flugzeit in der Regel an gewisse Tageszeiten geknüpft ist, so ist anzunehmen, daß auch die Blumen sich gerade in den Stunden entfalten, wo sie den Besuch ihrer geflügelten Gäste zu erwarten haben. Tagblumen richten sich auf den Besuch der im Sonnenschein fliegenden Insekten ein, Abend- und Nachtblumen erwarten Dämmerungs- oder Nachtfalter.

[8]) (S. 262.) Die meisten mechanisch oder chemisch reizbaren Blätter sind auch gegen das Licht empfindlich; doch giebt es Ausnahmen, wie z. B. der Sonnenthau (Drosera), dessen Blätter, durch ein Insekt gereizt, sich zusammenbiegen, aber keine Schlafbewegungen zeigen. Schlafende Blätter und Blüthen werden durch Lampenlicht geweckt. Läßt man Crocus im Finstern aufblühen, so werden die Blumen in Form und Farbe vollkommen ausgebildet, aber sie bleiben geschlossen und öffnen sich erst, wenn sie in das Licht des Tages oder der Lampe gelangen. Darwin hat gezeigt, daß der Schlaf den Blättern vortheilhaft ist; indem die Blätter während des Nachts nicht die breite Fläche, sondern die scharfe Kante dem Himmel zukehren, vermindern sie den Wärmeverlust durch Ausstrahlung, welche in klaren Nächten leicht Erkälten und selbst Erfrieren zur Folge haben kann.

[9]) (S. 262.) Vergleiche über Clytia meinen Aufsatz im Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für 1867. Daß das Heliotrop der Alten, gewöhnlich als Heliotropium europaeum gedeutet, Bewegungen zeigt, welche zum Lauf der Sonne in Beziehung stehen, ist meines Wissens nicht bestätigt worden. Hausrath bezieht in seinem Roman „Clytia" diesen klassischen Namen auf die blaue Wegwarte (Cichorium Intybus).

[10]) (S. 263.) Vergleiche die Untersuchungen von Wiesner: Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche, zwei Theile, Wien 1879/80; Rothert: Ueber Heliotropismus; Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen VII. 1. 1894.

[11]) (S. 264.) Von einheimischen Gewächsen richten Schwertlilie und Kalmus (Iris, Acorus Calamus) ihre Blätter nicht, wie gewöhnlich, mit der breiten Fläche, sondern mit der scharfen Kante gegen den Himmel, sie nehmen daher Profilstellung ein. Stahl in Jena hat beobachtet, daß der an Wegrändern,

Zäunen und Schuttplätzen nicht seltene wilde Lattich (Lactuca scariola), ein naher Verwandter des Kopfsalats, die nach Ost oder West stehenden Blätter mit der breiten Fläche nach oben kehrt, die nach Nord oder Süd gerichteten aber mit aufwärts gewendeter Kante in Profilstellung trägt; dasselbe ist der Fall bei mehreren anderen Korbblüthlern, unter denen Silphium laciniatum dem in den pfadlosen nordamerikanischen Prärien verirrten Jäger als Kompaßpflanze dient, da sie ihm schon durch die Stellung ihrer Blätter die Himmelsgegenden weist.

[12]) (S. 266.) Das Goldmoos (Schistostega osmundacea) phosphoriscirt an den Felswänden beschatteter Grotten mit smaragdgrünem Schimmer; von den Farnen sind Frauenhaar (Adiantum Capillus Veneris) und Hirschzunge (Scolopendrium officinale) Grottenbewohner. Das direkte Sonnenlicht wirkt auf viele Pflanzen, wie ein Gift, geradezu tödtlich, indem dieselben ihre Blätter fallen lassen und absterben.

[13]) (S. 266.) Wilder Wein, Ampelopsis quinquefolia; Cissus discolor; spanische Kresse, Tropaeolum majus; buchsblätterige Feige, Ficus stipulata.

[14]) (S. 266.) Auch die Luftwurzeln der tropischen Orchideen und Aroideen, der Gummibäume und der Selaginellen entwickeln sich in der feuchtwarmen Luft unserer Gewächshäuser nur an der vom Fenster abgewendeten Seite des Stengels und streben wagerecht oder im Bogen absteigend nach dem Dunkel.

[15]) (S. 268.) Hanstod, Orobanche; Schuppenwurz, Lathraea; Fichtenspargel, Monotropa; Blutkolben, Cynomorium.

[16]) (S. 268.) Die Pilze, welche Rost und Brand des Getreides, Kartoffelkrankheit und zahlreiche andere Pflanzenkrankheiten veranlassen, vegetiren im Innern ihrer Nährpflanzen, durchbrechen aber deren Rinde oder Oberhaut, um ihre Keimzellen ans Licht zu bringen. Die Schimmel, welche die Seiden- und andere Raupen, Mücken oder Fliegen im Herbst tödten, verbreiten sich im Blute dieser Insekten und saugen dasselbe auf; beim Fruchttragen sprengen sie deren Körperhaut und streuen die Sporen am Lichte aus (Empusa, Entomophthora, Isaria). Dasselbe thut der Keulenpilz (Claviceps), der sich in den Raupen und Puppen vieler Schmetterlinge entwickelt. Der Schwamm (Polyporus, Merulius, Agaricus melleus u. a.) breitet sein parasitisches Fadengeflecht, das Mycel, in den Holzfasern und Markstrahlen des Baumstammes aus, den er durch Vermoderung und Verrottung zerstört; den sporenerzeugenden Hut aber bildet er erst, wenn er durch ein Astloch oder einen Rindenriß an Luft und Licht gedrungen. Nur die Trüffel und verwandte Pilze (Fungi hypogaei) reifen ihre Frucht im dunklen Schooß der Erde.

[17]) (S. 268.) Erdmandel, Arachis hypogaea; unterirdischer Klee, Trifolium subterraneum; weiße Wasserrose, Nymphaea alba. Vgl. Theophr. Hist. plant. IV. 10.

[18]) (S. 270.) Priestley, der Entdecker des Sauerstoffs, hatte schon 1774 die Bildung der grünen Färbung an der dem Lichte zugekehrten Wand einer Wasserflasche beobachtet und auch gefunden, daß dieselbe im Sonnenschein Gas-

bläschen von Lebensluft oder Sauerstoff abscheidet; deshalb werden diese Ansammlungen von Algenkeimen noch jetzt oft als Priestleysche Materie bezeichnet. Viele mikroskopische Bewohner der Teiche, Seen und selbst des Meeres aus der Klasse der Algen steigen im Sonnenschein aus der Tiefe an die Oberfläche; sie erfüllen dieselbe oft so dicht, daß das Wasser seine natürliche Klarheit, Durchsichtigkeit und Farblosigkeit verliert, trübgrün, bläulich, braun oder roth gefärbt erscheint; man bezeichnet diese Erscheinung als Wasserblüthe.

[19]) (S. 274.) Ein anschauliches Beispiel für die Art und Weise, wie die Anziehung der Erde die Wachsthumskräfte der Pflanzen beeinflußt, giebt uns jeder Zweig der Roßkastanie; er trägt an jedem Knoten ein Paar lang gestielte Blätter, die einer siebenfingerigen Hand gleichen; je zwei über einander stehende Blattpaare sind gekreuzt. Liegt, wie gewöhnlich, der zum Licht strebende Zweig wagerecht, so sind an dem einen Knoten die Blätter rechts und links, am darauf folgenden aber das eine nach oben, das andere nach unten gerichtet; das letztere erreicht dann unter dem Einfluß der Schwerkraft allemal ein bei weitem größeres Wachsthum, als das nach oben gerichtete, während die beiden rechts und links stehenden Blätter, die für die Erdanziehung gleiche Stellung haben, keine Größenverschiedenheiten zeigen. Hofmeister, Wiesner und Frank haben gefunden, daß unter gleichen Verhältnissen das Gewicht der Blätter um so geringer ist, je mehr sie sich vertikal aufrichten, und um so größer, je mehr sie der vertikal abwärts gerichteten Stellung sich nähern; die der Erde zugekehrten Blätter haben auch längere, dickere Stiele und größere Spreiten; ferner ist selbst in jedem Blatt die nach der Erde gekehrte Blatthälfte schwerer als die obere; ebenso sind die erdwärts gerichteten Zweige schwerer, als die aufrechten. Knight hat schon am Anfang dieses Jahrhunderts durch Versuche nachgewiesen, daß die Schwungkraft einer rotirenden Scheibe auf die an derselben befestigten Keimpflanzen in ähnlicher Weise als Reiz einwirkt und die Wachsthumskräfte der Zellen in ganz bestimmter Richtung arbeiten läßt, wie die Schwerkraft; alle Wurzeln wachsen centrifugal in der Richtung des Halbmessers nach außen fort, alle Stengel richten sich centripetal nach dem Mittelpunkt der Scheibe.

[20]) (S. 282.) Obige Anschauungen stützen sich im Wesentlichen auf folgende Thatsachen: Im Jahre 1758 hatte Charles Bonnet in Genf gefunden, daß an Blättern, die in eine mit Wasser gefüllte Glasflasche gethan werden, eine große Menge Gasblasen erscheinen, sobald sie von der Sonne beschienen werden. Die Gasblasen verschwinden, sowie die Blätter nicht mehr von den Sonnenstrahlen getroffen werden.

Um die Mitte der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts beschäftigte sich Joseph Priestley, Geistlicher an einer englischen Dissentergemeinde und Stifter der Unitarier, der später, von der Staatskirche verfolgt, die Heimath verlassen mußte und 1794 zu Philadelphia (Nordamerika) im 61. Lebensjahre starb, mit der Untersuchung der atmosphärischen Luft; er beobachtete, daß Thiere in einem geschlossenen Raume die Luft verderben, so daß eine Kerze darin erlischt; dagegen

reinigen Pflanzen die verdorbene Luft, so daß nach einiger Zeit Thiere wieder darin zu athmen vermögen. Dies bestritt aber ein in Stockholm lebender deutscher Chemiker Scheele, indem er fand, daß Pflanzen die Luft ganz ebenso verschlechtern, wie die Thiere, so daß Priestley selbst an seinen Beobachtungen irre wurde. Erst ein belgischer, in London praktizirender Arzt, Ingenhouß, löste durch eine Reihe vortrefflich ausgeführter Versuche den Widerspruch, indem er 1779 nachwies, daß nur im Sonnenlichte die Pflanzen die durch Thiere verdorbene Luft reinigen, daß sie dieselbe aber im Dunkel, bei Nacht ganz ebenso verschlechtern wie die Thiere; in einem geschlossenen Raume, in dem viel Pflanzen stehen, kann die Luft während der Nacht so verdorben werden, daß Thiere darin sterben; sobald aber die Sonne den Raum durchleuchtet, wird die Luft schon in wenig Stunden wieder rein und gesund. Und zwar sind es nur die grünen Pflanzentheile, Blätter und Zweige, die jene Luftverbesserung im Sonnenlichte bewirken; Wurzeln, Blüthen und Früchte (mit Ausnahme der grünen Erbsen und Bohnenhülsen) erzeugen auch im Sonnenschein die giftige Luftart; es ist das Licht und nicht die Wärme, das den grünen Pflanzentheilen die Kraft verleiht, die Luft zu reinigen.

Um die nämliche Zeit war inzwischen auch die chemische Theorie dieser wunderbaren Thatsachen gewonnen worden; 1774 hatte Priestley durch Erhitzen von rothem Queckſilberoxyd eine Luftart dargestellt, in der eine glimmende Kohle aufflammte; er nannte sie Lebensluft und zeigte, daß wenn die Pflanzen die von Thieren ausgeathmete giftige, fixe Luft zu reinigen vermögen, dies darauf beruhe, daß sie ebenfalls Lebensluft erzeugen; die von Bonnet 1758 an Blättern im Wasser beobachteten Gasbläschen seien eben Lebensluft. Durch den 1794 im 51. Lebensjahre zu Paris hingerichteten Lavoisier fanden die Versuche von Ingenhouß ihre vollständige Erklärung; die grünen Pflanzen entwickeln im Sonnenlicht Sauerstoff, im Dunkeln Kohlensäure; Thiere und nichtgrüne Pflanzentheile erzeugen Kohlensäure im Lichte wie im Dunkeln. Der Genfer Sennebier vervollständigte endlich diese Lehre, indem er 1788 nicht bloß die Angabe von Ingenhouß über die Beziehungen des Lichtes zum Gaswechsel bestätigte, sondern auch nachwies, daß der von den grünen Pflanzen entwickelte Sauerstoff aus der Zersetzung der Kohlensäure stamme, die in der Atmosphäre enthalten ist; daß die grünen Pflanzen im Lichte Kohlensäure aus der Luft einsaugen und zersetzen; daß sie den Sauerstoff wieder ausscheiden, während die Kohle in ihrem Körper zurückbleibt; daß folglich die Kohle, welche die Hälfte des Trockengewichts einer Pflanze ausmacht, von der Kohlensäure herrührt, die durch die grünen Blätter in der Sonne zerlegt worden ist.

Pringsheim hat 1874—87 für den Chlorophyllfarbstoff noch die besondere Funktion nachgewiesen, daß derselbe durch Auslöschung der blau-violetten Sonnenstrahlen von energischster photochemischer Kraft die verbrennende Wirkung des Sonnenlichts auf das für das Leben des Protoplasma zuträgliche Maß herabsetzt.

[21]) S. 283.) Sachs (Würzburg) hat zuerst ausgesprochen, daß die gewöhnlich in den Chlorophyllkörperchen auftretenden Stärkekörner das erste sichtbare Produkt der Assimilation sind; Schimper (Bonn) hat es wahrscheinlich gemacht, daß diese Stärke, die sich übrigens nicht in allen grünen Zellen findet, erst nachträglich aus Traubenzucker gebildet werde, und daß dieser Zucker als das ursprüngliche primäre Kohlenhydrat anzusehen ist; Bayer (München) und Reinke (Kiel) haben darauf hingewiesen, daß vermuthlich von den grünen Pflanzenzellen aus der Kohlensäure zuerst Formaldehyd (vergl. Erl. 7 S. 68) und erst aus diesem Traubenzucker und Stärke gebildet werde; dagegen hat Sachse (Leipzig) den Chlorophyllfarbstoff und Pringsheim (Berlin) ein von ihm in den Chlorophyllkörperchen nachgewiesenes Oel (Hypochlorin) als das erste nachweisbare Produkt der Assimilation bezeichnet.

[22]) (S. 286.) Viele sogenannte Blattpflanzen können lange in dunklen oder doch nur schlecht beleuchteten Zimmern aushalten, ohne ihr Grün zu verlieren oder in ihrer Gestaltung zu leiden. Am zähesten ist die bekannte Blattpflanze Aspidistra aus Japan, deren große lanzettliche Blätter am ungünstigsten Standort sich frisch grün erhalten. Auch viele Selaginellen, Koniferen, Palmen, Gummibäume begnügen sich mit wenig Licht und bleiben daher lange im Zimmer lebendig; der Grund liegt hauptsächlich in ihrer langsamen Entwickelung, in Folge deren sie mit ihrem Kapital an Lebensstoffen lange Haus halten und es nur sehr allmählich verbrauchen. Fällt es einem Gummibaum einmal ein, im lichtlosen Zimmer neue Triebe zu bilden, so zeigt die verkrüppelte Gestalt der jungen Blätter, wie schlecht genährt dieselben sind.

[23]) (S. 287.) Wenn man Pflanzensamen im Dunklen zum Keimen bringt, so entwickeln sich die Wurzeln ganz normal, sie sind ja daran gewöhnt, in tiefster Finsterniß ihre Arbeit zu verrichten; aber die Stengel schießen geil aus und bleiben dabei schlank und zart, die einzelnen Stengelglieder werden weit länger als am Lichte, ihre Zellen sind gestreckter, doch verholzen sie nicht; daher bleiben die Gewebe schlaff, so daß sie sich nicht aufrecht halten können und leicht umfallen. Die Blätter dagegen verhalten sich bei verschiedenen Pflanzen verschieden; bei Bohnen und Erbsen, wie überhaupt bei den meisten Pflanzen entwickeln sie sich ohne Licht nur kümmerlich; die bandförmigen Blätter dagegen von Hyacinthen, Gräsern und ihren Verwandten werden im Finstern oft ebenso lang als im Lichte. Immer aber bleiben sie bleichgelb und zart, und entwickeln die besonderen Säfte nicht, welche das Sonnenlicht in ihren Zellen auskocht. Aber unserem Gaumen munden solche gebleichte Pflanzen besser, wie der Salat beweist, der ungenießbar wird, sobald seine Blätter längere Zeit der Sonne ausgesetzt waren. Uns schmecken die Spargelstengel nur, so lange sie in der Erde geborgen und dem Lichteinfluß entzogen sind; der Italiener genießt sie lieber, wenn die Spitzen bereits über den Boden sich erhoben und am Lichte ergrünt sind; sie haben dann in ihren Zellen ein Arom gebildet, das den ge-

bleichten Sprossen fehlt. Die Kirche bevorzugt die gebleichten Blätter der Dattelpalme, deren weiße Fiederwedel sie als Symbol der Reinheit zu ihren Festen weiht; deshalb werden in Bordighera, das seit alter Zeit in seinen Palmengärten der römischen Kirche die Palmenzweige liefert, die jungen Sprosse der Laubkrone mit Tüchern eingehüllt, um sie der Sonne zu entziehen; bei dem jüdischen Laubhüttenfeste dagegen werden die grünen Blätter der Palme benutzt. Der übliche Ausdruck „Palmzweige" für die mächtigen Fiederblätter der Dattelpalme ist botanisch unrichtig, da diese Palme überhaupt keine Zweige bildet. In neuerer Zeit werden übrigens bei Beerdigungen und ähnlichen Feierlichkeiten statt der Blätter von der echten orientalischen Dattelpalme (Phoenix dactylifera) die zierlicheren und dauerhaften Fiederblätter der in unseren Gewächshäusern gezogenen, japanischen Cycas revoluta als „Palmenzweige" verwendet. Daß die Keimlinge der Nadelhölzer auch im Finstern ergrünen, hat schon Goethe in Rom beobachtet, als er Piniensamen zum Keimen ansetzte. (Vergl. S. 100.)

[24]) (S. 296.) Auch Braunkohle und Torf sind der Hauptsache nach aus der Kohle gebildet, welche in der Vorzeit als Bestandtheil organischer Verbindungen in grünen Pflanzenzellen durch das Sonnenlicht fixirt war; nur gehörten jene Pflanzen jüngeren Zeitaltern an; während die Steinkohle die Reste der ältesten (paläozoischen) Erdepoche enthält, entstammt die Braunkohle der Flora der Tertiärzeit; der Torf gehört der jüngsten Periode (Diluvium und Alluvium) an und wird noch heutzutage neu gebildet. 1892 wurden in Deutschland 71 372 193 Tonnen Steinkohlen gegen 21 171 857 Tonnen Braunkohlen, in Oesterreich-Ungarn 9 241 126 Tonnen Steinkohlen gegen 16 190 274 Tonnen Braunkohlen gefördert, auf der Erde im Ganzen im nämlichen Jahre über 500 Millionen Tonnen Kohle, die, auf einem Raum gehäuft, einen Würfel von drei Kilometern Seite weit überragen würden.

Der Pflanzen-Kalender.

Der Pflanzenkalender.

I.

Der lange Kampf des Winters mit dem Frühling ist endlich entschieden; der Frühling hat den Sieg davongetragen. Der Himmel ist wieder blau; er erscheint um so strahlender, je länger das Auge während der trüben Winternebel seinen lichten Glanz entbehren mußte. Die Sonne, höher über den Horizont aufsteigend und genau im Osten sich erhebend, genau im Westen untergehend, verleiht dem Tage eine eigenthümliche, belebende Beleuchtung, die allein schon den Frühling auch vor den schönsten Wintertagen bevorzugt, obgleich die Luft noch rauh und die Bäume noch blattlos sind. Die reine Atmosphäre läßt die Entfernungen

kürzer erscheinen, da die Belaubung noch nicht den Horizont verengt und das Augenmaß täuscht. Der Morgen ist meist minder schön, oft durch Nebel getrübt, er erinnert durch seine Kühle allzu empfindlich an den eben überstandenen Winter; desto prachtvoller erglühen die reinen feurigen Tinten des Abends, die in der langen Dämmerung in brennendem Farbenspiel verschwimmen, bis endlich im Westen der weiße Schimmer des Zodiakallichts heraufleuchtet und Orion, Sirius und all' die schönen Gestirne des Südhimmels früh aufgehend am Firmamente funkeln.

Thauwind und Sonne nagen in vereintem Bestreben an der weißen Decke, welche Schnee und Eis über Land und Wasser ausgebreitet; der Schnee verliert seine blendende Reinheit; er wird gelblich und schmutzig, knirscht unter den Füßen und sinkt zusammen. Kaum ist er von dem durstigen Boden aufgesogen, so leuchtet zwischen den schwarzen Erdschollen das junge Grün der Pflanzenwelt hervor. Es sind die Gräser, welche auf kurzem Halme ihre bandförmigen Blättchen hervorstrecken, jedes gekrönt von einer Thauperle oder einem gefrorenen Reifkrystalle, so daß die Wiesen im Sonnenschein funkeln, als seien sie mit Edelsteinen besät. Aber dieses leuchtende Grün ist eigentlich kein Kind der Frühlingssonne. Die Gräser verstehen es, bei der größten Kälte ihr Leben zu erhalten und bei der geringsten Wärme sich fortzuentwickeln; sie gehören unter die kleine Schaar jener Gewächse, welche am weitesten bis zu den Eisfeldern der Polargegenden vordringen, am höchsten bis zum ewigen Schnee der Alpen hinaufsteigen; sie machen den Beschluß der blüthentragenden Gewächse; die blüthenlosen wagen sich noch etwas weiter. Die grünen Halmsprossen, welche im letzten Herbste getrieben waren, haben sich während des Winters erhalten, ohne weiter zu wachsen, steifgefroren, doch unverletzt, gleichsam schlafend; sie halten sich jeden Augenblick bereit, aufgeweckt von milderer Luft, den Entwickelungskreis fortzusetzen, den der Frost vor Monaten unterbrochen hatte. Daher kommt es, daß, wenn

der Schnee noch nicht völlig vom Boden hinweggeschmolzen ist, der Rasen der Wiesen und die überwinterten Saatfelder schon jenes lichte Grün zeigen, das gleich kurz geschorenem Sammet, wie durch Zauber aus der Erde hervorgesproßt scheint.[1]) An die Spitzen der Grashälmchen heftet die Spinne, welche den „fliegenden Sommer" webt, ihre unmeßbar dünnen Fäden und läßt sich an ihnen vom Winde über weite Strecken hinwegführen; unzählige Spinnen neben einander nach gleicher Richtung in luftiger Reise begriffen, ziehen parallel Faden an Faden über Wiesen und Felder und überspinnen diese mit seidenem Schleier, der in der Entfernung bei neigender Sonnenbeleuchtung in perlmutterfarbenem Glanze schimmert.

Bald zeigen sich aller Orten die Spuren des neuen Lebens. Im Frühling kehrt sich die sonstige Ordnung um, wonach die Pflanze zuerst das einfachere Laubkleid anlegt, ehe sie mit dem Schmucke der Blüthen prangt. Blumen begrüßen als die Ersten die Auferstehung der Natur, und fast alle Gewächse, welche im ersten Frühling zur Entwickelung kommen, stehen in voller Blüthe, ehe noch eine Spur von Blättern sich zeigt.[2]) Allerdings sind auch diese Blüthen nicht wirkliche Schöpfungen des neuen Frühlings; schon im Herbst vorher waren dieselben in allen ihren Theilen vollständig angelegt, aber von der vorsorglichen Mutterpflanze in die schützenden Hüllen der Knospendecken eingeschlossen worden. Die Frühlingssonne hat daher leichte Arbeit; sie vollendet nur das angefangene Kunstwerk des letzten Herbstes, kolorirt es mit frischen Farben und stellt es zur allgemeinen Bewunderung öffentlich aus.

Die ersten Blumen, welche uns auf des Frühlings „schaffende Werdelust" vorbereiten, zeigen sich schon im Februar; in den Wäldern der Ebene öffnen sich noch zwischen den Schneemassen, blendend weiß wie diese, die hängenden Becher des Schneeglöckchens;[3]) man hat diese zarten Blumen, wie noch manche andere des ersten Frühlings, selbst das Gänseblümchen, unter dem Schnee wie unter einer Krystallglocke blühend angetroffen. Wenig später blühen die duftigen

Kelche ihrer größeren, die Laubwälder des Gebirges bevorzugenden Schwester, welche die Botaniker nach dem Beispiel der alten Griechen als weiße Viole[4]) bezeichnen; um dieselbe Zeit öffnen sich in den Wäldern am Rhein und in den Alpen die fahlgelben Märzbecher, die goldenen Sterne des Winterling[5]) und die röthlich angehauchten Silberglocken der schwarzen Nießwurz, die im Volksmunde Weihnachtsrose[6]) heißt.

Auf den Feldern sprießen die nackten Blüthenstengel des Huflattich[7]) und des Schachtelhalms;[8]) in den Gärten schauen die Trichter des Krokus aus dem Boden hervor, mit zerschlitzten, safranfarbenen Narben; nur den goldenen oder blauen Saum ihrer Krone breiten sie in der Frühlingssonne aus, die lange Blumenröhre dagegen verstecken sie tief in der Erde, als trauten sie noch nicht und wagten nicht, völlig hervorzukommen; so ohne Blatt und Stiel herausschauend, möchte man sie für abgeschnittene und von eines Gärtners Hand in den Boden gesteckte Blumen halten.

Auch unter den Sträuchern des Waldes ist einer, dessen Blüthen schon von den ersten Strahlen der Frühlingssonne sich öffnen; an den blattlosen Zweigen des Seidelbast,[9]) dem Linné den Namen Daphne beilegte, welcher eigentlich dem südlicheren Vetter, dem Lorbeer gebührt, quillt eine reiche Fülle rosenfarbener, in Form und Duft an den Flieder[10]) erinnernder Blüthen hervor. Etwas später schimmern die Hecken der Cornelkirsche[11]) in goldigem Glanze, und ihre nackten Zweige sind völlig versteckt in den dichten Schirmen ihrer gelben vierblätterigen Blüthen.

Inzwischen sind von Tag zu Tag neue Blumen hervorgebrochen, alle von zierlichem Bau, von lebhafter, doch nicht brennender Färbung; viele vom reinen Himmelblau, wie das edle Leberblümchen[12]) der Bergwälder, das im Ueberfluß der Gärten zu unschönerer, lilafarbener Füllung ausartet, oder wie die blauen Sterne der zweiblättrigen Scilla;[13]) andere getaucht in dunkleres Violett, wie die aufrechten oder hängenden Glöckchen der Frühlingsanemonen,[14]) die

Hohlwurz,[15]) das Lungenkraut[16]) und das süß duftende Veilchen;[17]) andere wieder weiß, wie das Hungerblümchen, das Wiesenschaumkraut,[18]) das Buschröschen[19]) und das Maßlieb,[20]) oder gelb, wie der Himmelschlüssel,[21]) der Goldstern[22]) und die große Schaar der Ranunkeln.

Auch bei den Bäumen beginnt mit den ersten Tagen des Frühlings die Zeit der Blüthen; ungeduldig, vorschnell treiben sie hervor, ehe die Wipfel sich Zeit genommen, ihr Laub zu entfalten, und sinnig bezeichnet sie der Botaniker als voreilig (flores praecoces). Aber diese Erstlinge scheinen nur Probestücke, in denen die schwache Kraft der Sonnenstrahlen sich versucht; noch fehlt der Sonne das Feuer, um jene schönen, wohlriechenden Blüthen hervorzulocken, mit denen eine spätere Jahreszeit auch den spröderen Stamm des Baumes überschüttet. Die Baumblüthen des ersten Frühlings zeigen nur einfache Schüppchen, grün oder mißfarbig; sie sind nur nothdürftig ausgestattet, um ihrer Bestimmung zu genügen, aber noch nicht bestrebt, den geheimnißvollen Prozeß der Fortpflanzung in der Mannigfaltigkeit schöner, glänzender Formen zu verhüllen und durch Farbe und Duft Insekten anzulocken. Diese unscheinbaren Baumblüthen, wie die Sonne des März sie hervortreibt, sind getrennten Geschlechts und meist in schlanke Kätzchen zusammengedrängt, gleichsam als suchte sich eine hinter der anderen zu verbergen, und als wagte die Natur noch nicht, sie einzeln sehen zu lassen, wie sie die edle Lilie oder die untadelige Rose mit Stolz einzeln hervortreten läßt. Die Haselsträucher und die Erlen sind die ersten, an deren blattlosen Zweigen, oft schon im Februar, die hängenden Blüthenkätzchen sich öffnen, um vom Winde geschaukelt, den Nebel des Blumenstaubs auszustreuen, der, von den Luftströmungen dahingetragen, die Narben der weiblichen Blüthen befruchtet; etwas später stäuben die Kätzchen der Birken und die zierlich gebauten Antherenköpfchen des immergrünen Taxus. Auch Pappeln und Weiden zeigen schon auf den langen Ruthenzweigen die goldgelben oder

purpurrothen Blüthenkätzchen, die in dichtem Pelze behaarten Raupen gleichen.

Nun beginnt es auch in den Laubknospen lebendig zu werden; der harte, dunkelgefärbte Schuppenpanzer, welcher den zarten Sproß während des Winterschlafes umschlossen und vor den Angriffen des Frostes bewahrt hatte, wird zu eng für das wachsende Leben, das sich unter ihm zu regen und zu strecken beginnt; seine Schienen weichen aus einander und lassen lichte Ringe zwischen sich hervortreten. Die Knospen schwellen von Stunde zu Stunde; ihr winterliches Braun wandelt sich in das Grün des Frühlings; endlich brechen sie, und die eingeschlossene Laubfülle quillt dem Lichte entgegen. Die Stachelbeersträucher sind die ersten, welche ihre fein gelappten Blättchen entfalten und in freudigem Grün zu krausen Büschen sich schließen; bald folgen ihnen auch die Johannisbeeren.[23]) Während die dicken Spindelknospen der Roßkastanie gewaltig schwellen und von glänzendem, balsamischem Harze triefen, sind die spitzen, nach bitteren Mandeln schmeckenden Knospen der Ahlkirsche und die eiförmigen des Flieders schon aufgebrochen, und die grünen Spitzen des Laubes blicken aus der bräunlichen Schuppenhülle. Es scheint, als seien auf den Zweigen zahllose grüne Flämmchen entzündet, und von weitem schon zeigt sich ein grünlicher Schimmer über die dunklen Aeste und Zweige hingegossen.

Jetzt bereiten sich in allmählichem Fortschritte auch in den Bäumen die vollkommeneren Formen der Blüthen vor, welche bald den schönsten Schmuck des Frühlings bilden sollen. Den ersten Versuch machen die Rüstern, aber noch mit unscheinbarer Färbung und einfacherem Bau; zuerst die aus dem kahlen Stamm nur schüchtern sich hervorwagenden Blüthenbüschel der Feldrüster; bald darauf auf längeren, hängenden Stielen die zart geordneten Dolden der Flatterrüster.[24]) Nun gelangt auch der Ahorn zur Blüthe, ein edles, artenreiches Pflanzengeschlecht: am frühesten der Ahorn mit zottigen Früchten,[25]) dessen kühn geschwungene Aeste mit bräunlich-

rothen Blüthen bedeckt sind; sind diese verblüht, so erscheinen die grüngoldenen Dolden des Spitzahorns und des Bergahorns,[26]) jene aufrecht, diese hängend. Endlich brechen aus den großen, braunen Knospen der Esche die hängenden Büschel ihrer unscheinbaren Blüthen hervor, während eine südlichere Art,[27]) aus deren verwundeten Stämmen das Manna tropft, vollkommenere Blumen hervorbringt.

Jetzt haben schon viele Bäume ihr Laubkleid vollständig entfaltet; am frühesten hat der Hollunder[28]) seine dunkelgrünen, gefiederten Blätter ausgebreitet; die zarten Rauten des Birkenlaubes legen sich aus einander; Ahlkirsche, Flieder, Eberesche und Hagedorn leuchten in durchscheinendem Grün. Endlich schlagen sich auch an den Roßkastanien die schweren Knospenschuppen zurück und brechen ab; die grauen, wie in Wolle sorgfältig eingepackten Blättchen ziehen sich, eins nach dem anderen, aus der Knospe hervor und hängen zusammengefaltet herab, wie träumend und als fänden sie sich noch nicht zurecht in der Welt des Lichts; aber bald gekräftigt in der Sonne des Frühlings, gewöhnen sie sich an die freie Luft, werfen den winterlichen Haarpelz von sich und strecken ihre grünen Hände dem Himmel entgegen. Nur Linde und Eiche, Robinie und Platane zeigen sich noch wenig berührt vom Hauche des Frühlings; mitten in all dem drängenden Treiben stehen sie dürr und kahl; auch die Nadelhölzer tragen noch das bronzefarbige Gewand des Winters; bald jedoch zeigen die schwellenden Knospen, daß auch in ihnen das neue Leben rege geworden.

Die zurückgekehrte Nachtigall schmettert auf den grünenden Zweigen ihr hohes Lied und verkündet den Anbruch der schönsten Zeit des Jahres, in welcher sich auch auf den Bäumen jene glänzenden und vollendeten Formen der Blüthen entfalten, die das Volk allein als Baumblüthe anerkennt, während vor seinen Augen die unscheinbaren Kätzchen der Erle und Hasel, der Birke und der Pappel unbeachtet wieder verblüht sind. Zuerst entfalten sich die Obstbäume

und bedecken sich schon mit der blendenden Fülle der Blüthen, ehe noch ihre Blätter zum Vorschein kommen; die Zweige haben nicht Raum genug, um die Ueberfülle zu tragen, die in den ersten Tagen des Mai sich aus den Knospen hervordrängt.

Schon sehr früh sind die weißen, rosig angeflogenen Blüthen der Mandel, etwas später die hellpurpurnen Blumenkelche der Pfirsiche, die weißen der Aprikose aufgebrochen; bald sind die Hecken eingehüllt in den duftigen Schnee der Schlehenblüthe; in den Gärten leuchten die weißen Blüthendolden der Kirschen-, Zwetschen-, Pflaumen- und Birnbäume; gleichzeitig mit berauschendem Arom die Trauben der Ahlkirsche; die in den Knospen rosenfarbene, dann abbleichende Apfelblüthe macht den Beschluß.[29]) Wenn auch diese wieder verblüht sind, dann brechen zwischen den grünen Blattfächern der Roßkastanie die aufrechten weißen Blüthensträuße auf, und das grüne Gewölbe ihrer Laubkrone gleicht einem riesigen Weihnachtsbaum, an dem auf grünen Rosetten die weißen Kerzen angezündet sind.[30]) Gleichzeitig bedeckt sich der Flieder[31]) mit dem lilafarbenen Schmucke seiner herrlich duftenden Blüthensträuße, und die Eberesche[32]) entfaltet ihre weißen Blüthenschirme. Selbst an den starren Kieferzweigen, deren düstere Tracht auch der Frühling nur wenig zu ändern vermag, richten sich lichtgrüne Schößlinge in die Höhe, während an Fichte und Tanne die hellschimmernden Triebe wagerecht sich strecken.[33]) Die männlichen Kätzchen der Kiefern streuen dichte Wolken gelben Blüthenstaubes aus, der vom Winde in die entferntesten Plätze fortgeführt und von Regengüssen wieder als sogenannter Schwefelregen niedergeschlagen wird. Um diese Zeit zeigt das Mikroskop in allem Wasser die leicht erkennbaren Körperchen dieses Blüthenstaubes, die durch ein Paar Luftsäcke schwebend erhalten werden, selbst an Orten, wo in meilenweitem Umkreise keine Kiefern blühen.

Kieferpollen.

Auch unter den Blumen erscheinen von Tag zu Tag edlere, glänzendere Gestalten, fast alle durch lieblichen Duft ausgezeichnet. In den Gärten sind es zunächst Zwiebel- oder Knollengewächse aus südlicher oder orientalischer Heimat; die krauslockigen Blüthentrauben der Hyacinthe wetteifern in der Reinheit und dem Glanze der Farben mit dem Regenbogen; die Tulpe erhebt ihren stolzen Blüthenbecher, während die Kaiserkrone ihre Blumendolde zu Boden neigt; bald folgen die weißen, goldumränderten Kronen der poetischen Narzisse; endlich entfalten sich mitten aus den zweireihig geordneten Schwerterblättern die aristokratischen Kelche der Iris in purpurnem oder violettem Sammet. Im Walde haben die Golddolden des Himmelschlüssels den Reigen eröffnet; nicht lange, so zeigt der Bärlauch seine glänzend weißen Dolden; an den myrtenähnlichen Büschen der Heidel- und Preiselbeeren hängen grünliche oder röthliche Blüthen; die weißen Glöckchen des Maiblümchens[34]) springen auf, und das Salomonssiegel[35]) erhebt sein Liliensceptер unter den jetzt vollbelaubten Baumwipfeln, wo auch Orchideen ihre phantastischen Blüthenähren entwickeln und zwischen dem dunklen Blattwerk der Haselwurz[36]) des Waldmeisters weiße Sterne schimmern,[37]) bestimmt, den duftigen Trank des Frühlings zu würzen.

Jetzt häuft sich Blüthe an Blüthe auf Bäumen und Sträuchern, in Wiesen und in Gärten; das Auge vermag kaum die Fülle der Formen und Farben zu fassen, die von Tage zu Tage sich ihm entgegendrängt:

Die Welt wird schöner mit jedem Tag,
Man weiß nicht, was noch werden mag,
Das Blühen will nicht enden ...

An den Berberizensträuchern hängen in schlaffen Aehren die gelben, stark riechenden Blüthen herab, deren Staubfäden mit seltsamer Empfindlichkeit begabt sind; von einer Nadelspitze berührt, schlagen sie augenblicklich auf die Narbe zurück. Von den blühenden Cytisussträuchern[38]) scheint sich ein Goldregen herabzugießen; mit betäuben-

dem Dufte öffnet der wilde Jasmin[39]) seine myrtenähnlichen Blumen, während aus den dunklen Hollunderhecken[40]) die weißen Schirmdolden hervorbrechen, und zwischen dem zartgefiederten durchsichtigen Mimosenlaube der nordamerikanischen Robinien[41]) die weißen duftigen Blüthentrauben herabhängen.

Endlich erscheint, umgeben von ihrem glänzenden Hofstaate, aber schöner als alle, die Königin der Blumen, die Rose; in zarter Färbung und leisem Dufte schimmern ihre fünfblätterigen Kronen auf den grünen Dornenbüschen am Feldrain und am Waldessaume; hundertblättrig mit leuchtenden Farben und berauschendem Arom prangen sie sorgsam gepflegt in den Gärten. In die Zeit, wo die Rose blüht, drängt sich Alles zusammen, was die Natur an Schönem und Edlem in der Pflanzenwelt hervorzubringen vermag. Die meisten Gewächse gelangen jetzt zur Blüthe, als beeilten sie sich, noch die Rose zu schauen. Nun gleichen die Wiesen Teppichen, welche mit leuchtenden Farben gestickt sind, so daß der grüne Grund fast verschwindet: „Alles will sich in Farben verklären." Wenn die Rosenzeit zu Ende gegangen, wenn die Linde mit der Ueberfülle ihrer goldig schimmernden Dolden die Luft durchwürzt, wenn die blühende Rebe die grünen Blättchen ihrer Blumenkronen wie eine Kappe abgeworfen, dann sind die schönsten Schöpfungen der Natur vorüber; was dann folgt, bietet noch manches prachtvolle, farbenbunte Bild; aber jene zarte Poesie, jener liebliche Duft, der in den Blumen des Frühlings wohnt, ist kaum noch in einzelnen zu finden. Die Bäume und Sträucher sind sämmtlich verblüht; nur Stauden und Kräuter entfalten ihre großen, lebhaft gefärbten Blüthen, die das Volk gewöhnlich ausschließlich als Blumen bezeichnet. Die Laubkronen haben sich geschlossen; die Blätter haben aufgehört zu wachsen und nehmen ein dunkleres, undurchsichtiges Grün an; zwischen ihnen drängen sich schwellend die reifenden Früchte hervor. Die blauen Glocken der Campanula geben dem Frühling das Grabgeläute; die steifen, von rothen Blumenguirlanden

umwundenen Stäbe der Pappelrose erscheinen wie die Grenzsäulen des Herbstes;[12]) zuletzt gehört der Blumenflor größtentheils der Familie der korbblüthigen Gewächse an, bei denen zahlreiche Blüthchen, einzeln klein und unscheinbar, aber dicht gehäuft und von gemeinschaftlichem Kelche umschlossen, den trügerischen Anschein einfacher großer Blumen hervorrufen. Keine andere Pflanzenfamilie zeigt reichere Färbung, mannigfaltigere Formen: ich brauche nur an Aster und Georgine zu erinnern; aber es fehlt ihnen doch jener Duft und jene Anmuth, die der einfachsten Frühlingsblume das Herz gewinnt.

Die lebendige Natur begiebt sich nun allmählich zur Ruhe; doch hat sie, einer guten Hausmutter gleich, alles vorher besorgt, auf daß sie der Lenz nicht überrasche. Alle Bäume haben Wintervorrath eingetragen, Stärkemehl, Eiweißstoffe, die sie im Stamm und in der Rinde aufspeichern; die Stauden dagegen legen sich Magazine unter der Erde an, wo sie in den Geweben der unterirdischen Wurzelstöcke, der Knollen und Zwiebeln Vorräthe ansammeln. Auch die Laubknospen für das nächste Jahr sind bereits vollständig angelegt und durch die von Harz durchtränkten Hüllen der Knospenschuppen sorgfältig verwahrt; in den Blüthenknospen des nächsten Frühjahrs sind schon Kelch, Blumenkrone, Staubgefäße und Stempel vorhanden, selbst der Blüthenstaub ist bereits in den Staubbeuteln ausgebildet. Wenn die Tage kühler, die Nächte länger werden, wenn der Segen des Feldes geborgen, die Baumfrüchte roth und schwer von den Zweigen herabhängen, dann verbreitet sich über die Natur der düstere Schatten des Todes; das Laub verfärbt sich: oft in den prächtigen Tinten des Goldes, wie bei der Birke, der Buche, der Esche oder dem Weinstock mit grüngoldnen Trauben, oft in flammendem Roth, wie bei der Weinrebe mit blauen Trauben, bei der Berberitze, der Scharlacheiche und dem Essigbaum; noch häufiger vertrocknen die Blätter mit schmutzig fahler Färbung, wie bei der Linde, der Kastanie und der Eiche.

Die Zahl der Blumen verringert sich von Tag zu Tag, und wenn der Frost hinzukommt, findet er nur noch wenige, die er zerstören könnte. Die Herbstzeitlose,[43]) die ihren violetten Trichter nur zur Hälfte über den Boden der Sumpfwiesen erhebt, beschließt die bunte Welt der Blumen mit einer ganz ähnlichen Form, wie der Krokus des Frühlings sie eröffnet hatte. So ist es nicht die abnehmende Wärme, welche der Zeit der Blüthen ein Ziel setzt; sondern die Natur hat sich erschöpft, sie hat alle ihre Schätze bereits ausgegeben, die sie unter unserem Himmel überhaupt hervorbringen kann, und vermag nichts Neues mehr zu schaffen. Wenn ein heiterer Herbst die Dauer des Sommers ungewöhnlich verlängert, so hat er nur zur Folge, daß der eben durchlaufene Kreis der Entwickelung von neuem beginnt, ohne vom Winterschlaf, wie gewöhnlich, unterbrochen zu werden. Die für das nächste Jahr bestimmten Knospen schwellen und brechen; die Bäume, die eben ihre Blätter verloren, belauben sich und blühen zum zweiten Male; die Blumen des Frühlings kommen wieder zum Vorschein. Bald freilich findet dieser zweite, krankhafte Frühling sein Grab in den Frösten des endlich doch zur Herrschaft gelangenden Winters, der mit den vorzeitig ausgebrochenen Blättern und Blüthen zugleich die Hoffnung für das nächste Jahr zerstört.

II.

Dies ist in großen Zügen der Entwickelungsgang der Pflanzenwelt, wie er Jahr aus Jahr ein sich vor unseren Augen wiederholt, immer derselbe und doch immer neu, immer gleich überraschend und gleich erfreuend. Was als das Zeichen einer klassischen Kunstschöpfung gilt, daß sie um so größeren Genuß gewährt, je öfter und je inniger man sich mit ihr beschäftigt, das gilt im allervollsten Maße von dem vollendetsten, göttlichen Kunstwerke: der Natur. In der That ist die Entwickelung der Vegetation einem großen Drama vergleichbar, dessen Verlauf wir mit Spannung verfolgen, so oft

es auch sich schon vor unseren Augen abgespielt hat; bei jeder Wiederholung erscheint es uns wieder neu und offenbart uns jedesmal andere, bisher übersehene Schönheiten. Auch können wir leicht das ganze Schauspiel in Akte und Scenen abtheilen; die einzelnen Scenen haben in verschiedenen Jahren verschiedene Dauer, werden bald in rascherem, bald in langsamerem Tempo abgespielt; die Aufeinanderfolge der Scenen aber bleibt immer die nämliche, und mit jeder neuen Scene wird die ganze Dekoration gewechselt. Unter der Fülle der Gewächse treten eine Anzahl von Charakterpflanzen hervor, deren Belaubung, Blüthe oder Fruchtreife in jeder dieser Scenen eine Hauptrolle spielt; besonders die erste Blüthe einer solchen Charakterpflanze ist gewissermaßen das Stichwort, welches eine neue Scene einleitet.

Durch diese Betrachtung wird nun auch die Lösung einer Aufgabe vorbereitet, welche schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Linné der Wissenschaft stellte; ich meine den Pflanzenkalender, der sich von dem bürgerlichen dadurch unterscheidet, daß er seine Eintheilung nicht von den Gestirnen, sondern von den Pflanzen herleitet.

Um den stetigen Strom der Zeit in kleine, scharf begrenzte, unter einander vergleichbare Abschnitte zu zertheilen, benutzt der Mensch seit undenklicher Zeit die Himmelskörper. Genau an derselben Stelle des Himmels, wo wir heut die Sonne am Mittag leuchten sehen, erscheint sie erst wieder nach einem längeren Zeitraum; einen solchen Zeitraum nennen wir ein Jahr; wir theilen das Jahr in Monate, die durch den Wandel der Sonne aus einem Thierkreiszeichen in das andere oder durch den Umlauf des Mondes begrenzt sind; der Monat zerfällt in Wochen, die der Dauer einer Mondphase entsprechen; als Tag endlich bezeichnen wir den Zeitraum, den die Erde zu einer einmaligen Umdrehung bedarf. So ist das Himmelsgewölbe dem Menschen ein gigantisches Chronometer, das mit höchster Gleichförmigkeit ihm die Zeit abtheilt, das

weder gestellt noch aufgezogen zu werden braucht, da es als wahres perpetuum mobile durch die Ewigkeit seinen steten Gang beibehält; Sonne und Mond sind die Zeiger an der großen Weltenuhr, an der wir die Zeit ablesen, entsprechend den Worten der Genesis: „Es werden Lichter an der Feste des Himmels, die da scheiden Tag und Nacht, und seien Zeichen für die Zeiten, Tage und Jahre."

Die Natur bietet uns aber noch ein zweites Chronometer, das zwar ebenso ewig und stetig, aber nicht mit derselben Gleichförmigkeit und Regelmäßigkeit die Zeit anzeigt, das daher für genaue Zeitabtheilungen unbrauchbar ist, dessen Momente aber leichter ins Auge springen und in vielfacher Beziehung anregender und belehrender sind, als die astronomischen. Ich meine die nach längerem Zwischenraum regelmäßig wiederkehrenden, sogenannten periodischen Erscheinungen, welche die Entwickelung des Lebens auf der Erde, vor Allem die Pflanzenwelt, darbietet. Wir können als Jahr den Zeitraum bezeichnen, der da verfließt zwischen dem ersten Schneeglöckchen, der ersten Rose oder Lilie im gegenwärtigen Frühling und der Entfaltung dieser Blumen im nächstfolgenden; zwischen der ersten reifen Kirsche, Kornähre, Traube und deren Wiedererscheinen im nächstfolgenden Sommer u. s. f. Einen solchen, nicht durch den Lauf der Sonne, sondern durch die Entwickelung der Pflanzen abgegrenzten Zeitraum können wir ein Vegetations-Jahr nennen. Genau genommen kreuzen sich schon im gemeinen Leben bei der Bezeichnung der einzelnen Jahreszeiten und Monate die Vorstellungen, welche aus den astronomischen Bestimmungen stammen, mit denen, zu welchen die Pflanzenwelt anregt. Wenn wir vom Frühling sprechen, denken wir weniger an die Zeit, wo die Sonne ins Zeichen des Widders tritt, als an das Wiedererwachen der Vegetation; und ebenso erinnert uns Sommer, Herbst und Winter nicht sowohl an dieses oder jenes Zeichen des Thierkreises, als an Ernte, Weinlese, Eis und Schnee. Aus einem ähnlichen Gedanken

hat der große Reformator der deutschen Lande, Karl der Große, die altrömischen Monatsnamen durch solche ersetzen wollen, die dem Pflanzenleben entlehnt sind; eine poetische Naturanschauung spricht sich aus, wenn er den März Lenzmond, den Mai Wonnemond, den Juni Brachmond, den Juli Heumond, den August Erntemond, den September Jätemond, den Oktober Weinlesemond, den November Herbstmond benannte. Aber auch die erste französische Republik bezeichnete in ihrem Kalender die Monate nach den Vegetationsepochen und den sonstigen Naturerscheinungen, sie kennt einen Knospenmonat (Germinal, 21. März bis 21. April), Blüthenmonat (Floréal), Heumonat (Prairial), Hitzemonat (Thermidor) Erntemonat (Messidor), Obstmonat (Fructidor) u. s. f.

Von welcher Pflanze wir den Beginn des Vegetations-Jahres anfangen wollen, ist ebenso willkürlich und gleichgültig, als der Tag, mit dem wir unser bürgerliches Jahr zu beginnen pflegen. Die durch die Pflanzenentwickelung bestimmten Jahre werden allerdings nicht überall und allemal gleich lang sein; wollten wir z. B. die erste Blüthe der Roßkastanie als den Anfangspunkt, gewissermaßen als den ersten Januar eines Vegetations-Jahres bezeichnen, so würde dasselbe in Breslau während der Periode 1855/56 351, 1856/57 369, 1857/58 366, 1858/59 und 1859/60 368, 1860/61 372, 1861/62 347, 1854/55 dagegen 387 unserer gewöhnlichen Sonnentage enthalten haben. Der zwölfjährige Durchschnitt (1851/62) des Kastanienjahres hingegen giebt für dasselbe, fast genau ebenso wie für unser bürgerliches, im Mittel $365^1/_2$ Tage.

Das Vegetations-Jahr zerfällt in unserer Zone in zwei Hauptjahreszeiten, die der ruhenden Vegetation oder den Winter und die der thätigen Vegetation oder den Sommer. Die Dauer des letzteren ist in verschiedenen Jahren und an verschiedenen Orten verschieden; je weiter nach Süden, desto kürzer ist der Zeitraum, den wir als den botanischen Winter bezeichnen können, und in der heißen Zone fehlt er gänzlich.

Genau genommen ruht auch bei uns die Vegetation nie oder doch weit kürzere Zeit, als der Laie anzunehmen pflegt; denn wenn die letzten Bäume ihr Laub abgeschüttelt, schafft noch das Leben in den Gräsern, und manches Kraut zeigt Blätter und Blüthen fast den ganzen Winter hindurch. Für die Pilze beginnt die Saison gerade da, wo sie für die übrigen Gewächse aufhört; denn da sie ihre Nahrung meist aus den verwesenden Resten der abgestorbenen Vegetation beziehen, so sprossen sie am üppigsten, wenn der Modergeruch der Herbstnebel die Zeit der Verwesung ankündet; gerade unser Herbst ist daher der Frühling der Pilze; wenn im April das neue Laub treibt, ist für die Pilze die Zeit des Absterbens gekommen, und die Trockenheit unserer Sommer bringt ihre Entwickelung meist ganz zum Erlöschen. Auch Moos und Flechte sprossen lustig in der Winterzeit und zeigen oft gerade dann ihre zierlichen Früchte. Und wenn auch die Stämme der Bäume nur im Sommer durch Bildung neuer Holzschichten sich verdicken und zwischen Herbst und Frühling ein völliger Stillstand in ihrem Wachsthum eintritt, so setzen die unterirdischen Wurzeln auch während des Winters ihr Wachsthum fort, da die Kälte nur sehr langsam in die tieferen Erdschichten eindringt. Kaum der strengste Frost vermag den letzten Pulsschlag der Flora zum Stillstand zu bringen.

Indeß beschränken wir uns hier auf jene Jahreszeit, wo die Schöpfungen des Pflanzenlebens nicht bloß dem geübten Blicke des Naturforschers, sondern jedem offenen Auge in Knospen, Laub, Blüthen und Früchten sich kund geben. Wir theilen sie in Perioden oder Monate, die durch das Ueberwiegen einzelner Vegetationszustände sich leicht kenntlich machen. Wer aus größerer Entfernung, etwa von einem Berge herab, seinen Blick auf eine Wiese oder auf einen Garten richtet, wird die Grundfarbe derselben in diesen verschiedenen Monaten sich wandeln sehen; im Beginn des Frühlings wird das reine Grün überwiegen; dann zur Zeit der Blüthen das

Weiß, Gelb, Roth, Blau der Blumen; endlich gegen den Herbst wird das Gelb, Roth oder Braun der absterbenden Blätter und der Früchte das herrschende Kolorit werden. Wir können die thätige Hälfte unseres Vegetations-Jahres zweckmäßig in zehn Perioden oder Monate theilen, die wir als Nachwinter; Vorfrühling, Frühling, Hochfrühling; Vorsommer, Sommer, Hochsommer; Vorherbst, Herbst und Spätherbst bezeichnen wollen, wo die ganze Natur durch die Entwickelung der Blätter, der Blüthen, der Früchte, durch die Herbstfärbung oder den Laubfall eine bestimmte Physiognomie aufgeprägt erhält.[44])

Diese Vegetations-Monate zerfallen wieder in kleinere Abschnitte, Vegetations-Wochen, welche allerdings nicht gerade sieben Tage umfassen; wir verstehen darunter den Zeitraum, der zwischen dem Eintritt zweier auf einander folgender, besonders wichtiger und in die Augen fallender Vegetationserscheinungen liegt. Es sind die allgemein verbreiteten großblühenden Sträucher und Bäume, deren Entwickelung sich am besten zur Begrenzung der Vegetations-Wochen eignet, da sich bei diesen ein und derselbe Stock durch viele Jahre beobachten läßt. Indem wir die Laubentfaltung, die Zeit der ersten und der vollen Blüthe oder die Fruchtreife bei einer zweckmäßigen Auswahl unter diesen Charakterpflanzen ermitteln, erhalten wir den Pflanzenkalender.

Der Pflanzenkalender ist für jeden Ort ein anderer, da in verschiedenen Gegenden die Entwickelung der Vegetation zu verschiedenen Zeiten eintritt. Ja selbst die Beobachtung eines einzigen Jahres genügt nicht, um denselben festzustellen; denn wir wissen, wie sehr sich das Belauben, das Blühen der Bäume, der Wiesen- und Gartenblumen in einzelnen Jahren verfrühen oder verspäten kann. Beobachten wir aber die Entwickelung der Charakterpflanzen durch eine größere Reihe von Jahren und berechnen wir den Durchschnitt aus den einzelnen Jahrgängen, so werden wir die normale oder mittlere Entwickelungszeit dieser Pflanzen erhalten und darauf den normalen Pflanzenkalender des Ortes begründen können. Für

jede einzelne Pflanze werden wir dann einen Tag finden, wo sie im Durchschnitt sich belaubt, aufblüht oder Frucht trägt; wir werden daher in unserem Pflanzenkalender die einzelnen Tage nicht nach dem Namen eines Heiligen, sondern nach dem eines Gewächses bezeichnen können, welches an demselben zuerst in Blüthe tritt u. s. f. In Wirklichkeit wird dieses Gewächs natürlich nicht alljährlich an dem bezeichneten Tage aufblühen, sondern vielleicht ein paar Tage früher oder später; bei den im ersten Frühling zur Blüthe kommenden Pflanzen kann der wirkliche Eintritt 14 Tage vor oder nach dem berechneten Mittel fallen; weit geringer ist die Abweichung für die Pflanzen des Hochsommers.[45])

Das Gemälde, welches wir von der Entwickelung der Pflanzenwelt im Verlaufe eines Jahres entworfen haben, macht es uns leicht, die einzelnen Monate des Pflanzenkalenders abzugrenzen. Wir sahen, daß, wenn im Februar an sonnigen Tagen die Temperatur sich nur wenige Grade über Null hebt, eine kleine Zahl von Pflanzen bereits ihre Blüthen öffnet, die sie schon im vergangenen Herbst angelegt hatten; es sind meist Waldbewohner. Als Vorboten des kommenden Frühlings begrüßen wir freudig die beiden Schneeglöckchen, die um ihren Ast geschmiegten rosigen Blüthenähren des Seidelbastes und die in zottigen Haarpelz gehüllten Kätzchen der Palmweiden; alle übrigen Knospen zeigen noch keine Spur des Lebens, selbst das Gras des Rasens verharrt in Winterruhe. Wir können daher diese Periode nur als Nachwinter betrachten, dessen spärliche Lebenszeichen durch nachfolgende längere oder kürzere Frostperioden gar oft unterbrochen werden.

Diesem Prolog des Schauspiels folgt der wirkliche Beginn des Frühlings, sobald die höher steigende Sonne die Luft um Mittag über 15° erwärmt; die erste Scene desselben, der sich fortan in der Regel ohne längere Pausen entfaltet, wird eingeleitet durch das Schwellen, dann durch das Brechen der Laubknospen, von denen, wie schon bemerkt, die der Stachelbeeren sich am frühesten öffnen; es ge-

schieht in Breslau im Mittel am 22. März, so daß der botanische und astronomische Frühling in Breslau nahezu auf denselben Tag fallen; die Stachelbeeren sind auch die ersten, die ihre Blätter aus der Knospenhülle völlig befreien, in Breslau am 6. April; später folgt das Laub des Geißblatt, der Spiräen, des Hollunders, der Ahlkirsche, des Flieders, der Ebereesche, der Roßkastanie und der anderen Bäume. Aber auch Blüthen finden sich bereits im Gehölz; am 5. April beginnt der Hartriegel seine goldgelben Dolden aufzubrechen; die meisten Waldbäume öffnen ihre unscheinbaren Blüthenkätzchen und streuen ihren Blüthenstaub in die Luft; am frühsten die Haselsträucher, dann die Erlen, die Weiden, die Pappeln, die Birken; ihnen folgen die Rüstern, zu allerletzt Buchen und Eichen. Aber die herrschende Farbe dieser Periode ist das frische Sammetgrün der Wiesen, da ihr Canevas noch nicht von Blumen durchwebt ist; auch die Bäume und Hecken hüllen sich mehr und mehr in die grüne Tracht. Wir möchten diese Periode als den Vorfrühling bezeichnen.

Der eigentliche Frühling, die Zeit der Baumblüthe, wird eingeleitet durch die Blumen der Kaiserkrone, die am 21. April sich öffnen; gleichzeitig blüht der Spitzahorn; dann folgen in immer steigender Fülle alle die edlen Verwandten aus der Klasse der Rosenblüther, von der Mandel, der Pfirsich und der Aprikose, die den Reigen eröffnen, bis zum Apfelbaum und Hagedorn, die ihn beschließen. Als Charakterpflanze für die schöne Zeit der Baumblüthe wählen wir uns aber nicht einen Obstbaum, weil diese nach

Sorte und Standort allzu viel Verschiedenheit zeigen, sondern einen einheimischen, in Wäldern wie in Anlagen weit verbreiteten Baum, die Ahl- oder Traubenkirsche, die am 28. April aufzublühen beginnt. Um dieselbe Zeit stehen auch die Rapsfelder in Blüthe; unsere Gärten haben sich mit Goldlack und Levgoy, mit Tulpen, Hyacinthen und Narcissen geschmückt; auch in den Wäldern hat sich ein freundlicher Blumenflor entfaltet.

Die Wiesen dagegen beginnen den grünen Sammet ihres Rasens mit dem Weiß, Gelb, Roth und Violett der Blumen erst zu durchwirken, wenn der Flieder und die Roßkastanie in Blüthe treten, wie es in Breslau am 12. Mai stattfindet. Um diese Zeit, welcher der Name des Hochfrühlings mit Recht gebührt, ist das junge Laub ausgewachsen, und die Baumkronen beginnen sich zu schließen, da auch die Spätlinge unter den Bäumen, welche den Verlockungen der ersten Frühlingstage vorsichtig widerstanden, Linde, Buche, Eiche, Esche und Robinie, endlich ausgeschlagen sind; das nackte Astgerüst ist jetzt unter der frischen Fülle des saftigen Blattwerks verschwunden, das zu der vielfarbigen Blüthenpracht den wohlthuenden Hintergrund abgiebt. Eine Woche später, und zwar ebenfalls gleichzeitig, erscheint neben zahlreichen anderen duftigen und farbenreichen Blüthen in Hecken und Gartenanlagen die Blüthe der Berberitze und des Goldregens, jene in Breslau am 20., diese am 21. Mai.

Mit der Blüthe der nordamerikanischen Akazie oder Robinie am 30. Mai und des schwarzbeerigen Hollunders am 1. Juni beginnen wir eine neue Periode des Jahres, die wir als Vorsommer bezeichnen wollen. In dieser Zeit treten die Roggenfelder in Blüthe; die schwanken Rispen der Wiesengräser verstreuen den befruchtenden Blumenstaub und geben das Zeichen für die erste Heuernte; nicht lange, so fallen unter der Sichel all die bunten Blumen, die den Teppich der Wiesen schmückten; von den Mahden strömt der würzige Duft des frischen Heues. Die Zeit der Rosen-, der Reben- und der Lindenblüthe bezeichnet den

Gipfelpunkt des Jahres, wo die größte Mannigfaltigkeit und Schönheit der Blumen die Erde bis in die verstecktesten Winkel ausschmückt. Als Tag der Centifolienblüthe ist für Breslau der 8. Juni, für die großblätterige Linde der 23. Juni ermittelt; die kleinblätterige blüht etwas — meist eine Woche — später. Die Blüthe der Rebe fällt zwischen Rose und Linde, bald nach dem Verblühen des Roggens.

Mit der Blüthe der weißen Lilie beginnt, etwa am Tage Petri und Pauli (29. Juni) der Anfang einer neuen Epoche, des Sommers, von wo an ebenso der Lauf der Sonne, wie die Fülle der Vegetation sich wieder abwärts neigt. Die höheren Bäume und Sträucher sind nun sämmtlich abgeblüht; das Laub nimmt eine dunkelgrüne Färbung an, welche beweist, daß sein frisches Wachsthum vorüber ist; in trockenen Jahren beginnen bereits jetzt an den Bäumen einzelne Blätter sich zu verfärben und abzufallen.

In dieser heißesten Zeit des Jahres äußert sich die Thätigkeit der Vegetation vorzugsweise in der Ausbildung der Winterknospen und im Reifen der Früchte, von denen die Beeren: Erd-, Johannis-, Stachel- und Himbeeren die Reihe eröffnen; ihnen folgen bald die Kirschen und die Aprikosen. Der eigentliche Sommer entspricht etwa unserem Juli; er ruft auf den Wiesen nach der ersten Heuernte noch einen zweiten Flor hervor, der meist aus weißen oder gelben Dolden- und Korbblüthern besteht, gemischt mit goldenem Johanniskraut, purpurnen Disteln und blauen Glockenblumen. Die Felder, die noch vor wenig Tagen, von ferne gesehen, einer in den

Farben des Smaragd, Chrysopras oder des Malachit abgetönten Sammetfläche glichen, beginnen rasch abzubleichen, zuerst die nickenden Aehren, dann erdwärts fortschreitend auch Halme und Blätter, bis sie in der Vollreife ein goldig schimmerndes Strohblond zeigen.

Dann beginnt Ende Juli der Hochsommer, die Zeit der Ernte, zuerst beim Roggen, dann beim Weizen; Gerste und Hafer verzögern je nach der Sorte ihre Reifezeit noch länger. Das unfruchtbare Oedland aber zeigt sich jetzt in ungewohntem Farbenschmuck; denn am Heidekraut erscheinen nunmehr an den Spitzen seiner kurzbenadelten Zweige unzählige hellpurpurne Blüthentrauben, so daß die weiten Heideflächen und die trockenen Berggehänge rosig erglänzen.

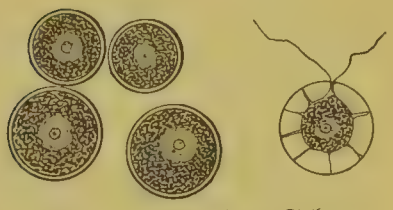
Das Aufblühen der Herbstzeitlose um den Anfang September bekundet den Beginn des Vorherbstes; es ist die Zeit der Obstreife, namentlich der Birnen und Aepfel, der Pfirsichen und Wallnüsse; die Getreidefelder sind abgeerntet; der Wind weht über die Stoppeln; nur Rüben und Kartoffelpflanzen bereiten noch in ihrem grünen Laube Rohrzucker und Stärkemehl, um sie in Wurzeln und Knollen aufzuspeichern. Im Oktober treten wir in den eigentlichen Herbst, die Zeit der Weinlese; das Laub der Bäume und Sträucher verfärbt sich jetzt ganz und gar; der Laubwald verwandelt sein grünes Gewand in feuriges Gelb und Roth; auf den Feldern dagegen grünt bereits die junge Wintersaat. Gegen Ende Oktober ist der Spätherbst herangekommen, welcher die ersten Fröste bringt und durch den Abfall der abgestorbenen Blätter in schwermüthiger Weise sich ankündigt. Um die Mitte des November stehen die

Bäume kahl, die Wiesen und Gärten blumenleer; nun beginnt die lange, wenn auch, wie wir gesehen, nur scheinbare Ruhezeit der Vegetation, der Winter; wir können ihn eintheilen in den Vorwinter, welcher die Wurzeln noch austreiben läßt, Moose und Pilze in reicher Fruchtentwickelung zeigt und so die letzten Funken des verlöschenden Pflanzenlebens behütet, in den eigentlichen Winter, wo alles Leben in Eis und Schnee ruht, und in den Nachwinter, wo die stäubenden Kätzchen der Haselstaude und die Schneeglöckchen uns die ersten Zeichen der wiedererwachenden Vegetation bringen. Auf diese Weise würde auch das Vegetations-Jahr in zwölf Monate zerfallen, die freilich auf ganz andere Erscheinungen begründet sind und zum Theil auch andere Dauer haben als die bürgerlichen.

III.

Es ist leicht zu erkennen, daß die Sonne die Urheberin aller dieser Erscheinungen ist, von denen der Pflanzenkalender uns Kunde giebt. Denn nicht durch das Licht allein ist die Sonne der Spiritus rector der Pflanzenwelt; sie erzeugt in ihren langsamer schwingenden Strahlen auch Wärme, die zweite der Leben schaffenden Naturkräfte. Damit die Pflanzenzellen ihre lebendige Arbeit verrichten, müssen ihre Theilchen in Wärmeschwingungen von gewisser Weite sich befinden, bedürfen sie eines gewissen Wärmegrades; ist dieser nicht vorhanden, so steht das Leben der Zellen still. Erreichen jedoch die Wärmeschwingungen eine Intensität, daß sie den Queckfilberfaden im Thermometer auf 40—45° C. steigen machen, so treten in den Zellen Veränderungen und schließlich Zersetzungen ein, bei denen ebenfalls das Leben vernichtet wird; jede Pflanzenzelle und

daher auch jede Pflanze wird getödtet, wenn sie eine Zeit lang einer Temperatur von 45° ausgesetzt ist; nur die mikroskopischen Algen, welche den Sprudelkorb und die Abflußrinnen der Karlsbader und ähnlicher Thermen mit spangrünen Häuten und Polstern auskleiden, vermögen in einer immer gleichmäßigen Temperatur von mehr als 55° auszuhalten. Wenn auch die meisten Bakterien und Hefepilze schon durch Erwärmung auf 50° getödtet, und Wein, Bier und andere Stoffe schon durch so geringe Erhitzung vor diesen unsichtbaren Schädigern geschützt werden können, so giebt es unter ihnen doch andere Arten, welche kaum durch die Siedehitze vernichtet werden. Auch die bunten Ueberzüge des Kalk- und Kieselsinters, der sich in den kochenden Quellen und Geisern des Yellowstoneparks in Colorado, auf Island oder Neuseeland in Gestalt von blendend weißen Marmorterrassen oder korallenartig inkrustirten Kieselkegeln absetzt, werden von Algen gebildet, die in einer Temperatur leben, welche vom Kochpunkt des Wassers nicht sehr weit entfernt ist.[46]) Die braunen und grünen Algen dagegen, welche den Schlamm in den Quellen des Hochgebirges und in den Tiefen des Meeresgrundes in unzähliger Menge bewohnen, fristen ihr ganzes Leben in einer gleichförmigen Temperatur, die den Gefrierpunkt nur um ein Paar Grade übersteigt; die Kugelzellen des Haematococcus nivalis entwickeln sich sogar im ewigen Schnee der Hochalpen und der Polarländer in solcher Ueppigkeit, daß sie weite Schneefelder karminroth färben.[47])



Alge des rothen Schnee.

Solche Vorgänge der Pflanzenentwickelung, welche nur durch die Arbeit vieler auf einander folgender Zellengenerationen zu Stande kommen, wo die Stoffe, welche zur Verarbeitung gelangen, erst in einem längeren Zeitraum aufgesammelt werden, verlangen nicht nur, daß die Temperatur eine gewisse Höhe erreicht, sondern daß

sie in dieser Höhe auch eine gewisse Zeit lang einwirkt. Säugethiere und Vögel freilich, gleich dem Menschen, vermögen die Wärme, deren ihr Körper bedarf, durch den eigenen Lebensprozeß zu erzeugen. Auch die Pflanzen erzeugen bei der Athmung Wärme; aber diese Athmungswärme ist, wie bei den kaltblütigen Thieren, im Allgemeinen zu gering, um die Bewegungen des Lebens zu unterhalten;[48]) deshalb müssen ihre Zellen von Außen den Anstoß erhalten, der sie in die erforderlichen Wärmeschwingungen versetzt. In der freien Natur ist es die Sonne, von der die Pflanzen so Licht wie Wärme empfangen; denn die Pflanzen sind, wie wir schon früher bemerkten, Maschinen, die durch die Sonne in Bewegung gesetzt werden, wie unsere Dampfmaschinen durch das Feuer der Steinkohlen.

Wir wissen, daß von der Sonne gleichzeitig wärmende, leuchtende und photochemische Strahlen ausgesandt werden; aber während von den photochemischen Strahlen hauptsächlich nur die heliotropen Bewegungen der Pflanzen, von den leuchtenden die assimilirende Arbeit der grünen Zellen erregt wird, sind die Wärmestrahlen die Erreger jeglicher Lebensthätigkeit; die Athmung und der Stoffwechsel, das Wachsthum und die Vermehrung der Zellen, die Vorgänge, auf denen die Anlage und die Ausbildung der Pflanzenorgane beruhen, sind von den für unser Auge sichtbaren Lichtstrahlen fast unabhängig; sie werden allein von den Wärmestrahlen bedingt, die zum allergrößten Theil unsichtbar sind.

Jede Pflanze ist ein Thermometer, das seinen eigenen Nullpunkt hat; unterhalb dieses Zero befindet sie sich in Kältestarre, auch wenn sie nicht durch den Frost getödtet wird; steigt die Temperatur höher, so erwacht sie wieder zu thätigem Leben; ihre Entwickelung läuft im Allgemeinen parallel mit den zunehmenden Wärmegraden. Doch dürfen wir nicht vergessen, daß dies Wachsthum der Pflanzen nicht eine direkte Arbeitsleistung der Wärme ist, wie dies zum Beispiel bei der Verlängerung des Quecksilber-

fadens im Thermometer der Fall ist. Die Wärme wirkt auf die Pflanze nur als ein Reiz; das heißt, sie löst die in den Zellen schlummernden Kräfte aus und setzt sie in freie Thätigkeit, sie beschleunigt oder hemmt ihre Arbeit; aber verschiedene Pflanzen sind in ihren Zellen zu verschiedenen Jahreszeiten in sehr verschiedenem Maße für den Reiz der Wärme empfindlich. Nur so wird es begreiflich, daß die nämliche Luftwärme im Herbst auf die Vegetation durchaus nicht die nämliche Wirkung hat, wie im Frühjahr; daß Weinreben, Feigen- und Maulbeerbäume auch im Süden Europas, ja selbst auf Madeira ihr Laub im Herbst verlieren und während der Wintermonate kahl stehen, obwohl diese dort ebenso warm sind, wie unsere Sommer. Auch gegen den Frost verhalten nicht nur verschiedene Gewächse sich ganz verschieden; sogar der nämliche Baum zeigt in verschiedener Entwickelung eine sehr verschiedene Empfindlichkeit gegen die nämlichen Kältegrade. Bei strengem Froste sind die Bäume und Sträucher unserer Wälder und Gärten durch und durch gefroren; das Wasser aus ihren Zellen scheidet sich aus und erstarrt zu Eisnadeln und Eisblättern; die Stämme öffnen sich unter lautem Krachen in breiten Frostspalten; die Aeste biegen sich zur Erde nieder; die Lärchenbäume in der Umgegend des sibirischen Jakutsk müssen sogar eine Kälte von mehr als 60° unter Null aushalten, und doch erwachen sie im Frühling unbeschädigt zu frischem Leben. Aber sobald die Knospen ausgeschlagen, vernichtet ein kurzer Nachtfrost das junge Laub.

Umgekehrt vertragen die trockenen Samen sehr große Hitzegrade, ohne die Keimfähigkeit zu verlieren; die Dornsträucher der Sahara, wie der persischen und arabischen Steppen und Wüsten müssen in den Zeiten ihres Sommerschlafes eine Lufttemperatur von 55° überdauern. Die Sporen der Schimmelpilze und der Bakterien können sogar stundenlang in kochendem Wasser verharren; und doch ist keine Gewähr, daß sie sich nicht noch nachträglich weiter

entwickeln und vermehren. Aber in ausgesproßtem Zustande werden alle diese Pflanzen, wie gesagt, schon durch eine Temperatur von 40—45° getödtet.

Die Beobachtung lehrt uns ferner, daß nicht nur verschiedene Pflanzen verschiedenes Wärmebedürfniß zeigen, sondern daß auch ein und dieselbe Pflanze für verschiedene Entwickelungszustände verschiedene Wärmemengen verlangt. Kein Same keimt, wenn die Temperatur sich unter dem Gefrierpunkt befindet; aber während Hafer, Roggen, Kresse, Hanf und Senf schon bei 1° sich zu entwickeln beginnen, verharren die Samen von Pflanzen aus warmer Heimath, von Mais, Bohnen, Tabak, Mohn und Kürbis noch bei 10° im Ruhezustand und keimen am besten, wenn die Wärme auf 20—25° gestiegen ist. Eine verhältnißmäßig geringere Wärme beanspruchen die Wurzeln, eine höhere die Blätter, um aus dem Knospenschlaf zu erwachen; aber selbst wenn im ersten Frühling das Laub bereits ausgeschlagen ist, wird es doch nicht eher grün, als bis die Temperatur auf mindestens 10° sich gehoben hat. Größere Wärmemenge bedürfen in der Regel die Pflanzen, um zu blühen, noch größere, um Früchte und Samen zur Reife zu bringen.

Aber diese Wärmemenge kann auf längere oder kürzere Zeit vertheilt sein; gesetzt, zur Entwickelung der Blüthen bedürfe eine Pflanze 100 Wärmegrade, so können dieselben ihr in zehn Tagen zugetheilt werden, wenn sie im Tagesmittel 10° empfängt; wenn aber die mittlere Tagestemperatur 20° beträgt, wird sie schon in fünf Tagen ihre Wärmeration erhalten haben, und dem entsprechend wird auch die Blüthe sich in letzterem Fall in doppelt kürzerer Zeit entfalten können. Daß dem so sei, erproben wir alljährlich durch das Experiment, wenn wir Hyacinthen im Winter zum Blühen bringen; die Wurzeln brechen aus dem Zwiebelgrunde hervor und wachsen kräftig aus, auch wenn wir dieselben in der niedrigen Temperatur unserer Keller (etwa 9°) belassen; aber die Blätter und später die Blüthen treiben erst aus in der Temperatur unserer Wohnzimmer

(18—20°); die duftigen Blüthentrauben erfreuen uns dann schon am Anfang des Jahres, während die im Boden des Gartens belassenen Zwiebeln ihre Blüthen erst im Mai entfalten, wenn Erde und Luft im Freien von der Sonne ebenso hoch erwärmt sind, wie durch die Heizeinrichtungen in unseren Wohnungen. Auf dieselbe Weise treiben die Gärtner mitten im Winter Tulpen und Maiglöckchen, Rosen und Flieder; selbst die Kirschenblüthen öffnen sich, wenn man den abgeschnittenen und in Wasser gestellten Zweig im Winter ein paar Tage im warmen Zimmer hält.

Genaue Messungen haben uns belehrt, daß alles Wachsthum in den Pflanzen erst bei einer Temperatur anhebt, die wir als die untere Grenze oder als Minimum der wirksamen Wärme bezeichnen; die Entwickelung schreitet um so rascher vor, je höher die Temperatur steigt, aber nur bis zu einer gewissen Höhe, dem Optimum, wo die Pflanzen sich am schnellsten entfalten und wachsen; wird dieses überschritten, so nimmt die Wachsthumsenergie wieder ab. Bei einer Temperatur von 40—45°, der oberen Grenze oder dem Maximum, kommt nicht bloß das Wachsthum, sondern überhaupt alle Lebensthätigkeit zum Stillstand, die Pflanze versinkt in Wärmestarre; bei längerem Verweilen in diesem durch die übermäßige Wärme hervorgerufenen Scheintod stirbt sie wirklich. Für die meisten Pflanzen der gemäßigten Zone liegt das Optimum bei ungefähr 30°, das Maximum bei 40°. Jedoch sind diese Kardinalpunkte der nützlichen Wärme für verschiedene Pflanzen verschieden, und das ist mit ein Grund, weshalb die Flora der Tropen verschieden ist von der der gemäßigten, und diese wieder von der der kalten Zone. Aber auch in den verschiedenen Jahren hat die ungleiche Vertheilung der Sonnenwärme zur Folge, daß bei uns in der freien Natur die Entwickelung der Vegetation große Verschiedenheiten zeigt; nur wenig Jahre können wir als Normaljahre bezeichnen, in denen die Entwickelung der Pflanzenwelt den mittleren Durchschnitten durchgehends entspricht. In der Regel bleibt sie in dem einen Monate mehr oder weniger

zurück, während sie im darauf folgenden das Versäumte nicht bloß nachholt, sondern auch schnell einen Vorsprung gegen das Mittel erreicht; und bringt umgekehrt ein ungewöhnlich milder Winter eine vorzeitige Entwickelung der Frühlingspflanzen, so tritt in der Regel im April oder Mai ein längerer oder kürzerer Stillstand ein. Es ist eben dafür gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen, und zwar dadurch, daß nach jeder ungewöhnlich warmen Witterung, welche die Pflanzen plötzlich, oft sichtbar, hervortreibt, früher oder später ein Rückschlag eintritt, der nach der Mitte des Sommers schließlich Alles wieder ins Gleichgewicht zurückführt. Daher trifft bei uns die Ernte fast alle Jahre zur selben Zeit, mögen auch die Entwickelungszeiten des ersten Frühlings um Monate aus einander liegen.

Aus seiner Heimath, den glücklichen Inseln der Tropen, nimmt alljährlich ein Reisender seinen Weg nach dem Norden. Ohne Paß und Akkreditiv wandernd, wird er überall mit Jubel begrüßt von den sehnsuchtsvoll auf ihn harrenden Völkern. Ueberall werden ihm Blumen auf den Weg gestreut; eine Kapelle von fröhlichen Vogelstimmen begleitet ihn. Er reist bequem und langsam; die alte Reichspostschnecke könnte ihn überholen; jeder Eisenbahnzug läßt ihn im Fluge zurück; ein rüstiger Fußgänger vermag mit ihm Schritt zu halten; man nimmt an, daß er täglich im Durchschnitt nur etwa 30 Kilometer dem Nordpol zuwandert. Wenn dieser hochgefeierte Reisende — wir meinen den Frühling — Ende Januar von Afrika nordwärts nach Italien aufbricht, so kommt wohl Ende März heran, ehe er Deutschland erreicht; im Mai erst gelangt er nach Schweden, und im Juni hat er noch nicht die norwegische Küste des Eismeers erreicht. Dabei ist seine Tour eine höchst unregelmäßige; oft verweilt er wochenlang in einer Gegend, ohne vorwärts zu kommen; dann bricht er plötzlich auf und sucht durch beschleunigte Geschwindmärsche das Versäumte einzuholen; nicht selten muß er, durch die Ungunst des Wetters vertrieben, den Rück-

zug antreten, und erst später kehrt er wieder zurück, um seinen Weg nach Norden fortzusetzen. Der Pflanzenkalender ist das Tagebuch des Frühlings, das seine Reiseroute enthält; indem wir denselben für jeden Ort ermitteln, werden wir nicht nur in den Stand gesetzt, der Wissenschaft werthvolle Dienste zu leisten, sondern wir werden auch reichlich belohnt durch den edlen Genuß, den eine liebevolle Versenkung in die schaffende Natur dem Auge wie dem Gemüthe bereitet.[49])

Erläuterungen.

[1]) (S. 313.) Daher kommt es, daß im hohen Norden die Heerden von Moschusochsen und Rennthieren noch unter dem Schnee in den überwinternden Gräsern ihr Futter finden.

[2]) (S. 313.) Auch diese Einrichtung dient der Insektenbefruchtung; denn in den kalten Tagen des jungen Frühlings, wo nur wenig Insekten schwärmen, können die Blüthen um so mehr auf Insektenbesuch rechnen, je weniger sie durch das Laub verdeckt werden.

[3]) (S. 313.) Galanthus nivalis. Schneeglöckchen.

[4]) (S. 314.) Eranthis hiemalis. Winterling.

[5]) (S 314.) Leucojum vernum, großes Schneeglöckchen, Knotenblume; bei Theophrastos heißt die Blume λευκόιον.

[6]) (S. 314.) Helleborus niger. Christblume, Nießwurz.

[7]) (S. 314.) Tussilago Farfara. Huflattich.

[8]) (S. 314.) Equisetum arvense. Ackerschachtelhalm, Duwock.

[9]) (S. 314.) Daphne Mezereum. Kellerhals, Seidelbast.

[10]) (S. 314.) Syringa vulgaris. Flieder.

[11]) (S. 314.) Cornus mas. Kornelkirsche, gelber Hartriegel.

[12]) (S. 314.) Hepatica triloba. Leberblümchen.

[13]) (S. 314.) Scilla bifolia. Blaustern.

[14]) (S. 314.) Pulsatilla vulgaris, pratensis, vernalis, patens, Küchenschelle.

[15]) (S. 315.) Corydalis cava. Hohlwurz.

[16]) (S. 315.) Pulmonaria officinalis. Lungenkraut.

[17]) (S. 315.) Viola odorata, Märzveilchen; gleichzeitig blühen auch die geruchlosen Hunds- und Waldveilchen (Viola canina und silvatica).

[18]) (S. 315.) Draba verna, Hungerblümchen; Cardamine pratensis, Wiesenschaumkraut.

[19]) (S. 315.) Anemone nemorosa. Windröschen.

[20]) (S. 315.) Bellis perennis. Gänseblümchen, Maßlieb.

[21]) (S. 315.) Primula elatior und officinalis. Himmelschlüssel.

[22]) (S. 315.) Gagea lutea u. a. Goldstern.

[23]) (S. 316.) Ulmus campestris, Feldrüster; Ulmus effusa, Flatterrüster.

[24]) (S. 316.) Ribes Grossularia, Stachelbeere; Ribes rubrum, Johannisbeere.

[25]) (S. 316.) Acer dasycarpum. Zottenfruchtiger Ahorn aus Nordamerika.

[26]) (S. 317.) Acer platanoides, Spitzahorn; Acer Pseudoplatanus, Bergahorn.

[27]) (S. 317.) Fraxinus excelsior, Esche; Fraxinus Ornus, Mannaesche. Das Manna wird in Sicilien durch Rindeneinschnitte in die Aeste der Mannaesche gewonnen.

[28]) (S. 317.) Sambucus racemosa, Bergholunder; S. nigra, Hollunder.

[29]) (S. 318.) Amygdalus communis Mandel, Amygdalus persica Pfirsisch, Prunus armeniaca Aprikose, Prunus spinosa Schlehe, Prunus avium Süßkirsche, Prunus Cerasus Sauerkirsche, Prunus domestica Zwetsche, Prunus insititia Pflaume, Prunus Padus Ahlkirsche, Pirus communis Birn-, Pirus Malus Apfelbaum.

[30]) (S. 318.) Aesculus Hippocastanum. Erst vor 200 Jahren hat die Roßkastanie ihren Einzug in die Gärten Europas gehalten; heutzutage giebt es kaum ein Dorf, wo dieser prächtigste aller Bäume nicht in Alleen gepflanzt oder als einzelner Schmuckbaum auf Plätzen, in Friedhöfen oder in öffentlichen Anlagen seinen kühlen Schatten spendet; er stellt mit seinem im Alter massig dicken, schraubig gedrehten Stamm, seinen im Bogen weit ausgreifenden Aesten, seinen mächtigen Blattfächern und seinen prangenden Blüthensträußen eine fremdartige, tropische Form dar, die unter unseren Bäumen keine Verwandten hat, deren nächste Sippen auf dem Himalaya, die meisten in Amerika wohnen. Die erste Roßkastanie wurde 1576 von dem großen Botaniker und kaiserlichen Leibarzt Clusius zu Wien aus einem Samen gezogen, den ihm D. v. Ungnad, kaiserl. Internuntius bei der hohen Pforte, aus Konstantinopel mitgebracht hatte: als Clusius 1588 Wien verließ, war sie zu einem stattlichen Baum herangewachsen, hatte aber noch nicht geblüht; erst 1603 erhielt Clusius einen blühenden Kastanienzweig aus Wien. In Paris wurden die ersten Kastanienbäume aus Samen von Konstantinopel erst um 1615 im Jardin du Roi (des plantes) und im Luxembourggarten gezogen. Von woher aber die Türken die Roßkastanie in die Gärten von Stambul eingeführt haben, wissen wir nicht. Der verdienstvolle Erforscher der griechischen Flora, Prof. Dr. v. Heldreich in Athen, hat allerdings im Jahre 1879 auf den Hochgebirgen von Nordgriechenland, Thessalien und Epirus in felsigen Waldschluchten Roßkastanien angetroffen, die in Gesellschaft von wilden Nußbäumen, Platanen, Eschen, Eichen und Apollotannen wild wuchsen. Auch Dr. Alfred Philippson hat die Roßkastanie im Frühjahr 1894 auf dem ganzen Zuge des mittleren und nördlichen Pindus, von der türkischen Grenze bis hinab nach Aetolien und zur Oeta, anscheinend wild in schattigen Waldschluchten in der Höhe von 600—1300 m ziemlich häufig gefunden (Naturwissensch. Wochenschrift 1894). Heldreich zweifelt nicht daran, daß hier die wirkliche Heimath der Roßkastanie sei, und daß von hier die Türken, vielleicht schon vor ihnen die

Byzantiner, den Baum nach Konstantinopel verpflanzten; alle neueren Botaniker stimmen ihm darin bei.

Gleichwohl halte ich es für unmöglich, daß, wenn es wirklich schon im Alterthum in den Gebirgen des Pindus, der Oeta, des Pelion, des Othrys Roßkastanien gegeben hätte, sie dem Scharfblick der Griechen und ihrer Nachfolger, der Römer, entgangen sein konnten; von einem durch die Schönheit und Eigenthümlichkeit seiner Belaubung, seiner Blüthen und Früchte so auffallenden Baum hätte sich unbedingt eine Nachricht in den botanischen oder geographischen Schriften der Alten finden müssen; aber bis zum Jahre 1565, wo Mattioli einen Fruchtzweig aus Konstantinopel beschrieb und abbildete, ist die Roßkastanie völlig unbekannt.

Schon die von Heldreich im Chelidonigebirge beobachtete Gesellschaft der Roßkastanie mit Nußbäumen und Platanen muß Bedenken über ihr ursprünglich wildes Vorkommen erwecken, da deren europäisches Indigenat gewiß nicht außer Zweifel ist. Alfred Philippson hält die auch von ihm in den Wäldern des Pindus beobachteten wilden Nußbäume nicht für einheimisch, sondern für verwildert, gleich den in diesen Wäldern verbreiteten wilden Weinreben; ebenso gut können die Roßkastanien verwildert sein, die sich ja sogar in unseren Parken selbst aussäen. Wenn Heldreich und nach ihm Engler und Schrader, gegenüber Hehn (Kulturpflanzen und Hausthiere. 6. Aufl. Berlin 1894. S. 387) den Theophrastos als Zeugen dafür aufrufen, daß dieser bereits wildwachsende Nußbäume in den griechischen und makedonischen Gebirgen erwähnt, so ist dagegen zu bemerken, daß Theophrastos diesen Baum an einer Stelle (Hist. plant. III 2. 3, 4) ausdrücklich als verwildert (*ἐξαγριοί́μενον — ὅσα τῶν ἡμερουμένων τυγχάνει ἄγρια*) bezeichnet, an der zweiten Stelle (Hist. plant. III. 2, 1), wo er den Nußbaum (*κάρυον*) unter den in den Gebirgen, nicht aber in den Ebenen Makedoniens wachsenden Bäumen aufzählt, kultivirte und wilde Arten nicht besonders scheidet.

Nach meiner Meinung muß die wahre Urheimath der Roßkastanie noch so lange als problematisch gelten, als nicht aus türkischen oder persischen Quellen ausgemittelt ist, von woher die Eroberer Konstantinopels die Samen der Bäume bezogen, die die Wiener Gesandten in den Gärten des Bosporus bewunderten. Daß schon in byzantinischer Zeit die Roßkastanie in Konstantinopel angepflanzt worden sei, ist darum unwahrscheinlich, weil sich nach gütigen Mittheilungen von Prof. Richard Förster und de Boor keinerlei Nachricht über diesen Baum, auch nicht der Name (*ἱπποκάστανον* oder *ἀγριοκάστανον*) bei den Byzantinern findet.

[31]) (S. 318.) Syringa vulgaris. Dieser heutzutage in den entlegensten Bauergärten allverbreitete Strauch wird zuerst 1554 unter den Namen Lilac von dem Leibarzt der Kaiser Karl V. und Ferdinand I., Peter Andreas Mattioli, beschrieben und abgebildet; doch hatte dieser selbst ihn damals noch nicht lebend gesehen, da der Strauch erst kurz vorher durch den kaiserlichen Gesandten bei der

hohen Pforte, Augier de Busbecq, aus Konstantinopel nach Wien geschickt worden war; in Afrika, wo er sehr häufig vorkam, wurde er Seringa genannt; Linné gab diesem Namen durch die Umlautung in Syringa einen klassischen Anstrich, obwohl der Flieder im Alterthum und Mittelalter unbekannt war. Erst gegen Ende des XVI. Jahrhunderts war Syringa in den meisten deutschen Gärten zu finden (vgl. Kraus, Geschichte der Pflanzeneinführungen in die europäischen botanischen Gärten, Leipzig 1894, S. 8). Daher begeht Richard Wagner einen Anachronismus, wenn er in den „Meistersingern", deren Handlung er nach dem Textbuch „um die Mitte des XVI. Jahrhunderts" verlegt, am Hause des Hans Sachs in Nürnberg den Flieder am Johannisabend (23. Juni) „so mild, so stark und voll duften" läßt; sicherlich verstößt er aber auch gegen den Pflanzenkalender, da Syringa im Mai blüht und Anfang Juni bereits verblüht ist. Selbst wenn wir unter „Flieder" den Hollunder, Sambucus nigra, verstehen wollten (vgl. S. 35), dessen fader, an die Krankenstube mahnender Blüthengeruch schwerlich als „mild, und stark" gepriesen werden kann, so ist dessen Vollblüthe, die von Ende Mai bis Anfang Juni fällt, um Johanni schon lange vorüber.

[32]) (S. 318.) Sorbus aucuparia. Eberesche.

[33]) (S. 318.) Pinus silvestris Kiefer, Abies alba Tanne, Picea excelsa Fichte.

[34]) (S. 319.) Convallaria majalis. Maiglöckchen, Springauf.

[35]) (S. 319.) Polygonatum officinale. Salomonssiegel.

[36]) (S. 319.) Asarum europaeum. Haselwurz.

[37]) (S. 319.) Asperula odorata. Waldmeister.

[38]) (S. 319.) Cytisus Laburnum. Goldregen.

[39]) (S. 320.) Philadelphus coronarius. Pfeifenstrauch, wilder Jasmin.

[40]) (S. 320.) Sambucus nigra. Hollunder.

[41]) (S. 320.) Robinia Pseudacacia. Nordamerikanische Akazie.

[42]) (S. 321.) Althaea rosea. Pappelrose.

[43]) (S. 322.) Colchicum autumnale. Herbstzeitlose.

[44]) (S. 327.) Von anderen Forschern werden die von uns hier gegebenen Eintheilungen des Pflanzenkalenders anders abgegrenzt oder benannt. Drude unterscheidet 1896 sechs Jahreszeiten der thätigen Vegetation: Vorfrühling, von der Blüthe des Schneeglöckchens bis zu der des gelben Hartriegels; Halbfrühling, die Blüthezeit der Obstbäume; Vollfrühling bis zum Beginn der Weißdornblüthe; Frühsommer bis zur Blüthe der Linden und Lilien; Hochsommer bis zur Getreideernte und der Blüthe des Heidekrauts; schließlich Herbst, der bis zum Laubfall reicht; hieran schließt sich Vorwinter und Winter. (Deutschlands Pflanzengeographie, I. S. 438, wo auch alle auf das Verhältniß der Temperatur zur Pflanzenentwickelung bezüglichen Fragen eingehend erwogen werden.)

Egon Ihne (Naturwissenschaftliche Rundschau vom 27. Januar 1895) unterscheidet sieben „phänologische Jahreszeiten," die er sorgfältig charakterisirt:

Vorfrühling (bis zur Blüthe der Feldrüster), Erstfrühling (bis zum Aufblühen der Apfelbäume), Vollfrühling (bis zum Aufblühen des Goldregens, der Eberesche und Quitte), Frühsommer (bis zur Blüthe der Weinrebe), Hochsommer (bis zur Getreideernte), Frühherbst, die Zeit der Fruchtreife, Herbst, der Schluß der Vegetation bis zum Laubfall. Mir scheinen indeß die von mir hier aufgestellten zehn Perioden hinlänglich charakteristisch, um sie festzuhalten.

[45]) (S. 328.) So ist z. B. für Breslau der 5. April der Tag des gelben Hartriegel, weil dieser Baum im Mittel von zwölf Jahren an diesem Tage in Blüthe tritt; im Jahre 1859 trat dieselbe Blüthe 16 Tage früher (am 20. März) und im Jahre 1858 15 Tage später ein (am 20. April), so daß der Spielraum in Wirklichkeit einen Monat beträgt. Die weiße Lilie dagegen hat in Breslau ihren mittleren Blüthentag am 28. Juni; am frühesten ist sie 1862 am 17. Juni und am spätesten 1861 am 2. Juli aufgeblüht; der Spielraum beträgt nur 15 Tage.

Regelmäßige, durch mehrere Jahre fortgesetzte Beobachtungen über die Entwickelungszeiten der Pflanzen hatte schon Linné in Schweden veranlaßt und in einem „Calendarium Florae Upsaliensis" 1756 bearbeitet. Die periodischen Erscheinungen der Thier- und Pflanzenwelt in ihren Beziehungen zur Wärme sind in neuer Zeit am gründlichsten von dem belgischen Statistiker Quetelet studirt worden; um die Organisation und Bearbeitung der auf die jährliche Feststellung dieser Erscheinungen gerichteten „phänologischen Beobachtungen" haben sich in Oesterreich Karl Fritsch, in Deutschland vor Allen der Gießener Professor Hermann Hoffmann und dessen Schüler Egon Ihne die größten Verdienste erworben.

[46]) (S. 334.) Walter Harvey Weed fand in den heißen Quellen des Yellowstone Park, deren Zahl 3600 übersteigt, überall lebende Algen in Temperaturen zwischen 32—65°, grün, gelb, orange und roth gefärbte Ueberzüge auf dem Sinter bildend, der durch ihre Thätigkeit aus dem Wasser ausgeschieden wird. In den heißesten Quellen von 65—85° fand er nur weiße Algen. (Formation of Travatine and siliceous Sinter by the vegetation of hot springs. U. S. Geological Survey. 9. annal. Report. Washington 1890, wo auch die früheren Beobachtungen über Algen in heißen Quellen zusammengestellt sind.)

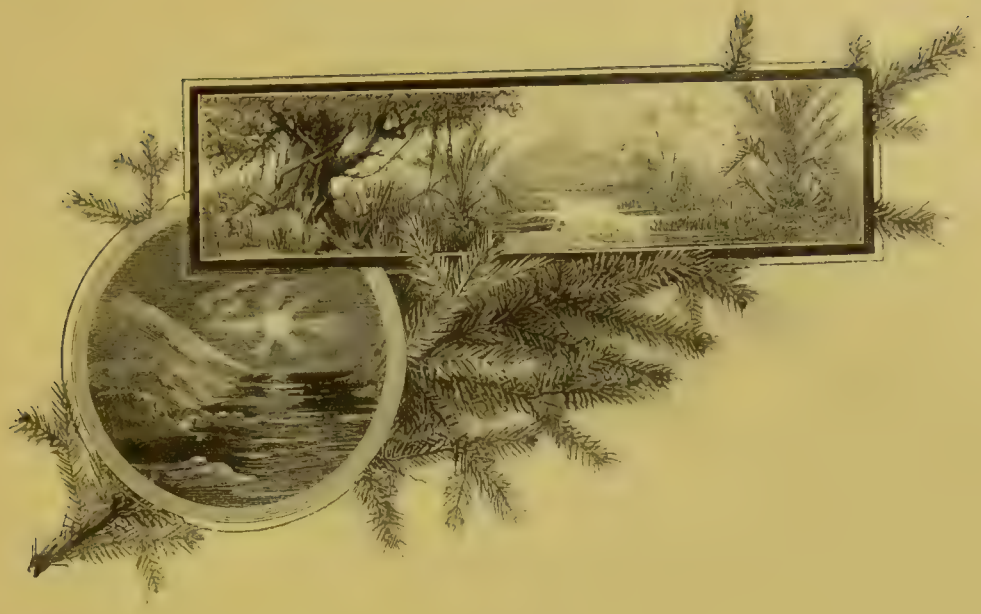
[47]) (S. 334.) Die Expedition von Nordenskjöld und anderen Polarforschern haben auf dem Eismantel, der das Innere von Grönland überlagert, außer der schon lange bekannten Alge des ewigen Schnee noch eine mannigfaltige Algenflora nachgewiesen. Besonders reichhaltig ist dieselbe auch im Schmelzwasser der Eisdecke, die das arktische Meer während des größten Theils des Jahres überzieht.

[48]) (S. 335.) In den Lehrbüchern der Botanik wird angegeben, daß die durch Athmung keimender Pflanzensamen nachweisbare Temperaturerhöhung höchstens 2° beträgt. Indessen zeigt die Erhitzung der bei der Malzbereitung über einander gelagerten Gerstenkeimlinge, daß die durch Athmung von ihnen er-

zeugte Wärme in wenig Stunden auf 35° und darüber steigt; die Malzhaufen müssen häufig auseinander geschaufelt werden, um sich nicht übermäßig zu erhitzen. Frisch gemähtes Gras, das zu einem Heuhaufen aufgeschichtet ist, erwärmt sich durch die Athmung der Halme rasch, so daß die Hand die hoch gesteigerte Wärme empfindet. Eine noch stärkere Erhitzung in Folge einer äußerst energischen Respirationsthätigkeit bewirken die Schimmelpilze und insbesondere die Bakterien, die auch in den feuchten Malz- und Heuhaufen sich außerordentlich rasch aus Keimen vermehren, die mit dem Staube auf die Früchte und Halme geweht waren. Diese Pilze nehmen Sauerstoff mit solcher Energie auf und entwickeln so große Mengen Kohlensäure, deren Kohle aus der von ihnen in Gährung versetzten Substanz ihres Nährbodens stammt, daß die Temperatur der Haufen in wenig Tagen auf 60—70° und darüber steigt; wenn die Bakterien und Schimmelpilze Sporen bilden, ist die Athmung, und in Folge derselben die Erhitzung, besonders lebhaft; nach der Fortpflanzung sterben diese Organismen ab; damit hört auch jede Wärmeentwickelung auf. Auch bei der Selbsterhitzung des Düngers, der Baumwolle, des Tabaks, der Kaffeesäcke spielen die Bakterien eine Rolle. Daß aber auch große Blüthenpflanzen durch ihre Athmung sehr hohe Temperaturen erzeugen können, beweisen die Blüthenkolben der Araceen, deren Gestaltung durch die überall beliebte südafrikanische Calla (Zantedeschia africana) allbekannt ist. Schon am Anfang dieses Jahrhunderts wurde der Weltumsegler Bory de St. Vincent von einem Pflanzer Hubert auf Isle de Bourbon darauf aufmerksam gemacht, daß, wenn er um die Kugel eines Thermometers 12 Blüthenkolben einer Colocosia odora herumband, dieses auf 49,5" stieg. Gr. Kraus (Halle) hat durch ein ähnliches Experiment mit fünf Kolben des jenseits der Alpen auf Grasflächen gemeinen italienischen Arum eine Temperaturerhöhung bis auf 44,7° gefunden, die am Abend beginnt und am anderen Morgen vorüber ist; diese kurze Periode der Erwärmung fällt zusammen mit der Entwickelung der auf dem Kolben sitzenden getrenntgeschlechtigen Blüthen, die in einer Nacht aufblühen und bis zur Frühe verblüht sind; durch die Erwärmung der Kolben werden die befruchtenden Insekten herangelockt, die in kühler Nacht hier einen behaglichen Aufenthalt aufsuchen; für die Heizung wird der gesammte Stärkevorrath, den die Pflanze vor dem Blühen in den Geweben des Kolbens aufgespeichert hatte, zu Kohlensäure und Wasser verbrannt.

[49]) (S. 340.) Vergleiche den schönen Aufsatz von Elias Fries „der Frühling".

Vom Pol
zum
Aequator.



Vom Pol zum Aequator.

I.

Ueber 120 000 Arten blühender Gewächse leben gegenwärtig auf der Erde, aber unregelmäßig sind dieselben über deren Oberfläche zerstreut; denn „ungleich gewebt ist der Teppich, mit welchem die Vegetation den nackten Erdkörper bekleidet“. Selbst demjenigen, der sich nur flüchtig unter den Pflanzen der Heimath umgeschaut, drängt sich die Wahrnehmung auf, welche Mannigfaltigkeit in der Gestaltung des Laubes, der Blüthen und Früchte dieselben darbieten. Zwar wird ihre Anzahl gewöhnlich überschätzt: das Deutsche Reich wird von nicht mehr als 2544 verschiedenen Arten von Blüthenpflanzen (Phanerogamen)[1]) bewohnt; doch jede Bodenbeschaffenheit zeigt ein abweichendes Vegetationsbild; denn an jedem Standorte sind es immer nur bestimmte Arten, die sich zu einer Genossenschaft zusammenfinden und alsbald anderen Arten Platz machen, wenn die Natur des Standortes sich ändert. Andere Arten wachsen im See als im Sumpf, andere auf der Wiese

als im Feld, andere in der Heide als im Wald; selbst der Buchenwald enthält andere Gewächse als der Kieferwald; verschieden wiederum sind die Pflanzen im Eichwald, der die Flußufer umsäumt. Aber gleichwie aus der Gestalt der einzelnen Körpertheile sich das Gesammtbild einer Persönlichkeit zusammensetzt, so vereinigen die Einzelbilder, welche die Pflanzen eines Landes an verschiedenen Standorten zeigen, sich zu einem Gesammtbilde, welches wir als die Physiognomie seiner Flora bezeichnen können. Diese ist in ganz Deutschland die nämliche, oder vielmehr: die Unterschiede in der Vegetation, welche von Memel bis Basel bemerklich sind, treten zurück gegen die Uebereinstimmung im Gesammtcharakter der deutschen Flora. Ja, wir können, der Sonne nach Westen folgend, Frankreich bis zum Strande des Atlantischen Oceans durchwandern, ohne daß die Physiognomie der Flora sich wesentlich ändert; und wenn wir umgekehrt unseren Weg gegen Sonnenaufgang richten, so würde das nämliche Vegetationsbild uns durch ganz Rußland bis zum Ural folgen; selbst wenn wir über die Grenzscheide von Europa und Asien hinaus das unermeßliche Sibirien bis zum Stillen Meer durchzögen, so würden uns zwar allmählich immer mehr neue Pflanzen begegnen, aber sie würden doch den unserigen so ähnlich und mit so vielen einheimischen Arten untermischt sein, daß wir noch in den Wäldern Kamtschatkas uns des Unterschiedes von den europäischen erst bei genauer botanischer Untersuchung bewußt werden möchten. Richten wir aber unseren Weg nach Süden, so würde uns zwar bis zu den Alpen die vaterländische Flora begleiten; doch sobald wir über einen der Pässe bis zum Südfuß des Gebirges hinabgestiegen, so wird uns auf den ersten Blick zum Bewußtsein kommen, daß wir in das Reich einer neuen Flora eingetreten sind. Noch vor wenig Stunden hatte sich unser Auge an den gewohnten Bildern dunkler Fichtenwälder, freundlicher Bergwiesen, blumenreicher Alpenmatten erfreut: wie durch Zauber führt uns in Schlangenwindungen die Bahn

hinunter in eine fremde Welt; erst umfängt uns breitlaubiger Kastanienwald; etwas tiefer beschatten mächtige Nußbäume die steinernen Häuser der Ortschaften, dann beginnen die Maisfelder, die Rebengelände, und kaum nähert der Zug sich der Thalsohle, so begrüßen uns die malerischen Gestalten der Cypressen und Pinien, die Hügelflächen sind mit graugrünen Oelbaumwäldern bedeckt; an den Felsen erheben Agaven ihre hohen Blüthenkandelaber, auf den Triften wie in den Gärten überraschen uns fremdartige Blumen und Gesträuche. Wir sind in das Gebiet der Mittelmeerflora gelangt, die uns mit dem Reiz volleren Lichtes, gesättigterer Farben, milderen Klimas anmuthet; sie reicht in wesentlich gleichartigem Charakter von den Alpen bis zum Atlas, von den Säulen des Herkules bis zum Taurus und Kaukasus.

Als Alexander von Humboldt am 5. Juni 1799 von Corunna aus seine Reise nach dem neuen Kontinent antrat, wurde ihm schon am 19. Juni auf Teneriffa der Anblick einer neuen, subtropischen Vegetation; einen Monat später trat er ein in das Reich der südamerikanischen Tropenwelt, das er nun durch vier Jahre vom Atlantischen bis zum Stillen Ocean durchwanderte, und an dessen Anblick er sich länger und gründlicher, als je ein Reisender vor ihm, ersättigte; im Jahre 1803 lernte er noch die eigenthümliche Pflanzenwelt von Mexiko und auf der Heimreise die von Nordamerika kennen, die, trotz ihrer physiognomischen Aehnlichkeit mit der europäischen, doch von eigenthümlichen Pflanzen gebildet ist.

Die Eindrücke, welche Humboldt auf dieser fünfjährigen Reise empfangen, gab er 1808 in seinen großartigen „Ansichten der Natur" wieder, „die als künstlerische Leistung in ihrer Art unübertroffen, unsere Literatur schmücken. Für Alles, was Sinn und Herz bewegte, fand Humboldt stets das schärfste, mächtigste oder innigste Wort. Seine hinreißenden Gemälde der Steppe, der nächtlichen Stimmen im Urwalde, der Wasserfälle des Orinoko, der landschaftlichen Wirkungen der Vegetation sind Muster ge-

worden, welche alle ihm nachfolgenden Reisenden oder Länderbeschreiber nachzuahmen versucht haben. Ihm allein gelang es, nicht bloß vor dem lauschenden Zuhörer in vollem Farbenreiz Bilder zu erwecken, sondern sie auch durch das Spiel der Naturkräfte zu beleben, und an alle Ortserscheinungen wieder sinnige Fragen nach der Urheberschaft zu knüpfen, um überall eine Verkettung des Wahrgenommenen mit einer höheren Ordnung des Ganzen erkennen zu lassen." [2])

Doch noch ehe Humboldt daran ging, die Eindrücke seiner großen Reise künstlerisch zu gestalten, hatte er die Summe derselben in streng wissenschaftlicher Form gezogen, indem er seine „Ideen zu einer Geographie der Pflanzen" veröffentlichte, zuerst 1805 in französischer Sprache, dann 1807 von ihm selbst deutsch bearbeitet und Goethe gewidmet. [3]) Der berufenste Nachfolger auf diesem Forschungsgebiete, A. Grisebach, urtheilt darüber: „Nirgends zeigt sich die eigenthümliche Richtung von Humboldts Geist bedeutender und vollständiger ausgebreitet, als in dieser Schrift, die von der Frische seiner großen Anschauungen angehaucht und durchwoben ist; auf keinem Gebiete war der Einfluß, den er auf seine Zeitgenossen ausübte, von größerem Gewicht." [4])

Humboldt selbst bezeichnete die darin behandelten Gegenstände: „als eine Wissenschaft, von der kaum der Name existirt und welche Material zur Geschichte unseres Planeten von höchstem Interesse enthält." Denn hier wurde zum ersten Mal der Versuch gemacht, die verschiedenen Vegetationsbilder, welche durch ungleiche Vertheilung der Pflanzen auf der Erdoberfläche hervorgerufen werden, nicht sowohl als eine Sammlung bemerkenswerther Thatsachen einfach zu registriren, als vielmehr sie im Sinne der naturwissenschaftlichen Forschung als Wirkungen physikalischer Kräfte zu erklären. Ein Theil dieser Kräfte freilich blieb der unmittelbaren Beobachtung unzugänglich und daher der Hypothese überlassen; es sind diejenigen, welche den Ursprung der Pflanzenarten, das Wo, das Wann und

das Wie ihrer ersten Entstehung, ihre einstigen Wanderungen und sonstigen Schicksale bestimmt haben. Desto genauer ließen sich andere Kräfte nach Zahl und Maß ausdrücken; sie wurden von Humboldt selbst in ihren exakten Werthen ermittelt und nach neuen Methoden veranschaulicht. Diese Kräfte, welche in erster Linie die geographischen Verhältnisse der Pflanzen beeinflussen, werden nach dem Vorgange der Griechen unter dem Namen des Klima zusammengefaßt.

II.

Wir haben bereits in einer früheren Vorlesung die Bedeutung dargelegt, welche die vier Elemente der Alten, Erde, Wasser, Luft und Feuer, oder vielmehr das Licht und die Wärme der Sonne, für das Leben der Pflanzen haben; für die Pflanzengeographie sind diese vier Elemente und ihre Grundeigenschaften: Warm oder Kalt, Feucht oder Trocken die maßgebenden Faktoren. Der Erdboden, ob er aus Kalkgestein oder Urgebirge hervorgegangen, als Sand- oder Salzsteppe nur gewisse Arten begünstigt, oder als fruchtbare Dammerde allen Pflanzen reichlichste Nahrung zuführt; das Wasser, ob es als Thau, Regen oder Schnee, reichlich oder spärlich, Tag für Tag oder nur in gewissen Zeiten vom Himmel fällt, ob es durch Quellen oder Ströme dem Boden zugeführt, ihn reichlich oder spärlich, andauernd oder nur vorübergehend durchfeuchtet, oder als Eis alles Pflanzenleben vernichtet; die Luft, ob sie verdünnt, wie auf der Höhe der Berge, die Sonnenstrahlen durchläßt, ohne von ihnen durchwärmt zu werden, oder über die Tiefebene gebreitet, selbst sich stark erhitzt, ob sie als blaues Firmament oder bewölkter Himmel sich darstellt, ob sie mit Sturmesgewalt die aufstrebenden Holzgewächse gegen den Boden niederdrückt oder als leiser Hauch den Blumenstaub von Blüthe zu Blüthe trägt; endlich das Feuer, und zwar das himmlische, wenn es erwärmend das Laub hervorsprießen, die Früchte schwellen und

die Samen reifen läßt, oder leuchtend die grünen Blätter zu lebenschaffender Arbeit anregt. Jede Pflanze braucht ein bestimmtes Maß von Licht oder Schatten, von Wärme oder Kälte, von Trockenheit oder Feuchtigkeit, oder vielmehr eine gewisse Vertheilung derselben in ihren verschiedenen Lebenszuständen; die eine verlangt mehr, die andere weniger; wird es ihr versagt, so verkümmert sie oder geht zu Grunde, und wird durch andere besser angepaßte Arten verdrängt. Der Rosenstrauch würde verdorren, wenn man ihm so wenig Wasser zuströmen ließe, mit dem sich der Kaktus begnügt; seine Wurzeln würden verfaulen, wenn man sie so reichlich begösse, wie es das Schilfrohr verlangt. Der Mais beansprucht mehr Wärme zum Reifen seiner Körner, als der Weizen; Gerste und Hafer begnügen sich mit noch weniger Wärme. Pandanen und Bananen erfrieren bei einer Temperatur, in der unsere Obstbäume zu blühen beginnen, und diese arten aus, wenn wir sie in die heiße Heimath jener Tropengewächse versetzen. Der Weinstock verlangt zur Edelreife warme Sommer; Frühlingsfröste vernichten das junge Laub und die Blüthenknospen; im Winter erträgt er strenge Kälte. Myrte und Lorbeer dagegen kommen noch in Schottland im Freien fort, bei uns dauern sie nicht aus, trotz der bei weitem größeren Sommerwärme, weil sie durch unsere Winter getödtet werden.

Der Mensch freilich kann durch einfache Vorrichtungen im kleinsten Raume die größten Verschiedenheiten des Klimas herbeiführen. Ein Blumentopf, näher oder entfernter vom Fenster gerückt, versetzt eine Pflanze von den sonnigen Höhen Centralasiens in das Halbdunkel eines Urwaldes; ein Wasserstrahl, der häufiger oder seltener, reichlicher oder spärlicher fließt, ersetzt der einen Pflanze die täglichen Regengüsse der Kalmenzone, einer anderen das trockene Steppenklima von Iran; ein Wärmerohr erhebt die Temperatur zu jeder beliebigen Höhe und läßt selbst die Kokospalme ihr Vaterland nicht vermissen; vielleicht am schwierigsten ist

es, den Gewächsen, die nur in der Nähe des ewigen Schnees gedeihen, ihr Hochalpenklima zu ersetzen; es war ein Triumph der Gartenkunst, als es ihr gelang, die prachtvollen Alpenrosen des Himalaya zur Blüthe zu bringen.

Indem der Gärtner für jede Pflanze ein ähnliches Klima künstlich schafft, wie sie es in ihrer Heimath genießt, so vermag er auf der Fläche weniger Quadratmeter beinahe alle Gewächse zu kultiviren, die wir im Freien über die ganze Erde zerstreut sehen. Denn in der freien Natur ändert sich das Klima meist nur in allmählichem Uebergange, bedingt durch die Gestaltung der Erdoberfläche und die Stellung der Sonne.

Auf den ersten Blick freilich könnte es scheinen, als entzöge das Klima sich jeder wissenschaftlichen Behandlung; ist ja doch nach dem Sprichwort nichts unbeständiger als Wind und Wetter. In der That hat erst Humboldt den Beweis geführt, daß den ewig wechselnden Witterungsverhältnissen eine Gesetzmäßigkeit zu Grunde liege, die freilich bei der Vergleichung kürzerer Zeiträume oft durch Störungen verdeckt wird; wenn man jedoch aus einer langen Reihe von Beobachtungsjahren das Mittel zieht, so stellt sich heraus, daß jeder Ort Jahr für Jahr die gleiche Wärmemenge von der Sonne empfängt; daher ist auch die mittlere Jahrestemperatur für jeden Ort eine bestimmte, unveränderliche Größe. Wenn man alle diejenigen Orte, welche die nämliche mittlere Jahrestemperatur besitzen, durch eine Linie verbindet, so fällt es sofort in die Augen, welche Stellen der Erde gleiche Wärmemenge von der Sonne empfangen. Indem Humboldt auf der Erdkarte eine Anzahl Linien gleicher mittlerer Jahrestemperatur, oder wie er sie nannte, Isothermen einzeichnete, und zwar von 5^0 zu 5^0, konnte er die Vertheilung der Sonnenwärme über die ganze Erde mit einem einzigen Blick anschaulich machen.

Bekanntlich ist die Wärmemenge, welche die Erde an einem bestimmten Orte von der Ausstrahlung der Sonne aufzufangen

vermag, abhängig von der Erhebung derselben über den Horizont. Je näher die Sonne dem Scheitelpunkt des Himmels rückt, desto senkrechter treffen ihre wärmenden Strahlen die Erde, und desto mehr wird diese selbst erwärmt; je niedriger, je näher dem Horizont die Sonne steht, desto weniger kommt der Erde ihre erwärmende Kraft zu Gute. Aus diesem Grunde ist ja des Morgens um Sonnenaufgang die Temperatur am niedrigsten; sie steigt allmählich bis zu einem Maximum, nachdem die Sonne um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat, und sinkt gegen Abend, wenn diese sich zum Untergange neigt. Auch die Temperaturunterschiede der Jahreszeiten hängen damit zusammen, daß die Sonne in den langen Sommertagen hoch am Himmel hinaufsteigt, während sie in den kurzen Wintertagen sich selbst um Mittag verhältnißmäßig nur wenig über den Horizont erhebt. Wäre der Stand der Sonne die einzige Ursache für die Verschiedenheiten des Klimas, so müßte die Temperatur vom Aequator bis zum Pol mit der Zunahme der Breitengrade ganz regelmäßig abnehmen.

Daß in Wirklichkeit nicht jeder Ort um so viel wärmer ist, je näher dem Aequator er liegt, beruht auf einem anderen Faktor, der jedoch ebenfalls eine Wirkung der Sonne ist, auf den Bewegungen des Wassers und der Luft, der Winde und der Meeresströmungen. Wenn wir im Ofen ein Feuer anzünden, so steigt die erhitzte und dadurch verdünnte Luft in der Esse in die Höhe; von oben fließt sie wieder abwärts, wie der von ihr fortgerissene Rauch sichtbar macht; hierbei erregt sie einen Zugwind, der die umgebende kalte Luft unten von allen Seiten her nach der Feuerung strömen macht. Ganz in derselben Weise steigt in der heißen Zone, wo zur Mittagszeit die Sonne senkrecht über der Erde steht, die durchglühte Luft wie in einem Schornstein gerade empor; in höhere Regionen gelangt, kühlt sie sich langsam ab und sinkt, sich wieder verdichtend, auf die Oberfläche der Erde herab, die sie etwa unter dem 30. Breitegrade erreicht, um von hier aus am Boden

hinstreichend als Passatwind nach dem Aequator zurückzufließen. Ein Theil jedoch dieses Aequatorialstromes setzt seinen Weg polwärts fort; in Folge der Umdrehung der Erde nimmt dieser Luftstrom auf der nördlichen Halbkugel eine mehr westliche, der zum Aequator zurückfließende eine mehr östliche Richtung an, so daß aus dem Süd ein Südwest, aus dem Nord ein Nordost wird.

Früher wurde angenommen, daß auch unter unseren gemäßigten Breitegraden ein Ort, je nachdem er sich unter dem warmen Aequatorial- oder unter dem kalten Polarstrome befindet, bald die abgekühlte Temperatur des hohen Nordens, bald die Hitze der heißen Zone genießt; man erklärte den ewigen Witterungswechsel in unserer Zone durch den Kampf, in welchem Aequatorial- und Polarströme bei uns, bald neben bald über einander fließend, oft unter gewaltsamen Stürmen sich gegenseitig zu verdrängen streben. Nachdem aber 1877 der holländische Meteorologe Buys Ballot uns belehrt hat, daß die Richtung der Winde vielmehr durch die Schwankungen des Luftdrucks bestimmt wird, die das Barometer uns anzeigt, so wird jetzt allgemein anerkannt, daß die in den telegraphischen Witterungsberichten und Wetterkarten angegebenen Maxima und Minima des Luftdrucks es sind, welche den Wechsel warmer feuchter und kalter trockener Winde herbeiführen. Von entscheidendem Einfluß auf das Klima ist es, daß an den Westküsten der alten und der neuen Welt die warmen südwestlichen, an den Ostküsten dagegen die kalten nordöstlichen Winde vorherrschen; daher erhalten jene mehr, diese weniger Wärme, als nach ihrer geographischen Lage durch die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen ihnen zu Gute kommen sollte. Da die von den herrschenden Winden im Atlantischen und Stillen Ocean erregten Meeresströmungen ebenfalls eine nordöstliche Richtung einschlagen, so wird den europäischen Gestaden bis hoch hinauf zum Nordkap und Island das warme Wasser des Mexikanischen Golfs zugeführt, während längs der chinesischen Küste der kalte Strom des Polar-

meeres nach Süden fließt; in Nordamerika fließt ein warmer Meeresstrom längs des westlichen Strandes von Britisch-Kolumbien und Oregon, während die östlichen Küsten von der Baffinsbai bis nach Virginien durch einen Polarstrom abgekühlt werden. So erklärt es sich, wie uns Humboldt zuerst gezeigt hat, daß die Linien gleicher Jahrestemperatur nicht den Breitekreisen parallel verlaufen; sie bilden vielmehr Wellenlinien, welche die Breitekreise in mehr oder weniger spitzem Winkel schneiden und theils ober-, theils unterhalb derselben verlaufen; und zwar zeigen sie an den Westküsten der beiden Kontinente eine gegen den Pol aufsteigende, an den Ostküsten dagegen eine sich zum Aequator biegende Krümmung. In der südlichen Halbkugel, wo der Passat aus Südost weht, sind auch die Isothermen in entgegengesetzter Richtung gebogen, da hier die Ostküsten milder sind als die Westküsten.

Insofern die Wärmemenge, welche ein Gebiet im Laufe des Jahres empfängt, die Verbreitung der Pflanzen bestimmt, so begreift es sich, daß die Gewächse von Mitteleuropa im Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika und in China erst 10° südlicher fortkommen, daß Getreide an der skandinavischen Westküste bis zum 70. Grad angebaut wird und ebenso weit auch die Wälder reichen, während unter gleicher Breite in Nordamerika die unwirthlichen, vergletscherten Gestade des Polarmeeres liegen und Getreidebau und Waldbestände an der Hudsonsbai erst mit dem 60. Grade beginnen.

Freilich ist die mittlere Temperatur des ganzen Jahres, welche durch die Humboldtschen Isothermen sichtbar gemacht wird, nicht immer der Ausdruck für diejenigen Wärmeverhältnisse, welche das Gedeihen der Pflanzen bedingen. Für die einjährigen Kulturgewächse, welche im Frühjahr gesät und im Herbst geerntet werden, für Sommergetreide, Bohnen, Kürbispflanzen u. a. kommt offenbar die Temperatur des Winters gar nicht in Betracht, und die Möglichkeit ihres Anbaus hängt einzig und allein davon ab, ob der

Sommer Wärme genug bringt, um ihre Früchte und Samen zur Reife zu entwickeln. Eine Isothere, d. h. eine Linie, welche diejenigen Orte verbindet, die in den Sommermonaten noch die erforderliche Temperatur erhalten, würde zugleich die äußerste Grenze ihres Vordringens gegen Norden oder ihre Polargrenze bezeichnen. Für die Waldbäume dagegen, die ohnehin seltener Samen bringen, ist die Sommerwärme von weit minderem Belang, als die Kälte des Winters; sie können selbstverständlich sich nur da ohne Zuthun des Menschen erhalten, wo sie im Winter nicht erfrieren; ihre Polargrenze würde daher eher durch eine Isochimene, d. h. durch eine Linie gleicher Wintertemperatur, ihren natürlichen Ausdruck finden.

Für die meisten ausdauernden Gewächse giebt nicht eigentlich die mittlere Temperatur des ganzen Winters den Ausschlag, als vielmehr einzelne ungewöhnlich strenge Kälteperioden, welche selbst in milden Wintern eintreten und oft in weiten Landstrichen alle Anpflanzungen zu Grunde richten; mitunter ist es auch ein einziger, ungewöhnlich strenger Frost, welcher dem Vordringen südlicher Gewächse gegen den Pol ein „Ne plus ultra“ gebietet, indem er mit einem Male Vegetationen vernichtet, welche vielleicht Jahrzehnte lang sich ungefährdet entwickelt hatten und völlig eingebürgert schienen.

Die Sommerwärme ist im Allgemeinen von geringerem Einfluß auf die Pflanzen; denn sie ist sogar am Polarkreise noch ausreichend, um die meisten Gewächse, wenn auch nicht zum Fruchttragen, so doch zur Laubentfaltung und oft auch zum Blühen anzuregen; steigt doch in St. Petersburg (60°) das Thermometer in den wärmsten Tagen fast ebenso hoch, wie in Calcutta. Die äußerste Grenze, bis zu welcher die Pflanzen sich dem Aequator nähern können, wird in der Regel weniger durch die übermäßige Hitze, als durch die Dürre der südlichen Sommer herbeigeführt.

Längst aufgegeben ist die Meinung der Alten, daß die heiße Zone wegen unerträglichen Sonnenbrandes für Menschen, Thiere und Pflanzen gleich unbewohnbar sei; die Reisen der Polarfahrer

haben aber auch das Vorurtheil widerlegt, als ob irgendwo in der Umgebung des Nordpols wegen mangelnder Sonnenwärme das Tiefland während des ganzen Jahres vereist und dem Pflanzenleben unzugänglich sei.

So ist es also die Sonne, welche, gleichwie sie die allgemeine Quelle alles Pflanzenlebens ist, so auch vermittelst ihrer Wärmestrahlen die Grenzlinien zeichnet, bis wohin die Pflanzen sich über die Erde verbreiten. Indessen bietet die Vertheilung der Sonnenwärme in den einzelnen Gebieten und für die einzelnen Gewächse so mannigfaltige Bedingungen, daß sie nur annähernd auf allgemeine Gesetze zurückgeführt werden kann.

Auch das zweite der Leben spendenden Elemente, das Wasser, wird durch die Sonne den Pflanzen zugetheilt; ist es doch die Sonne, welche aus den erwärmten Flächen des Oceans die Wasserdämpfe aufsteigen läßt, und ist es doch der von der Sonne erregte Wind, der diese Dämpfe nach höheren Breiten führt, bis sie bei der Berührung mit kälteren Luftströmen als Thau oder Nebel, Regen oder Schnee niedergeschlagen werden und auf die Erde zurückfallen. Auch die Vertheilung des Wassers ist nach unveränderlichen Gesetzen geordnet; jeder Ort bekommt Jahr aus Jahr ein durchschnittlich die gleiche Regenmenge, und selbst die Zahl seiner Regentage ist alljährlich im Durchschnitt gleich groß, nicht bloß zwischen den Wendekreisen, wo ein regelmäßiger Wechsel der trockenen und der Regenzeiten von dem wechselnden Stande der Sonne und den von ihr in Bewegung gesetzten Passatwinden bedingt wird, sondern auch in unseren Gegenden, wo die Unbeständigkeit der Witterung scheinbar jeder Gesetzmäßigkeit spottet. Nebelreiche milde Winter, regenreiche kühle Sommer sind dem Insel- und Küstenklima eigen; das extreme Klima im Binnenlande ist gekennzeichnet durch schneearme strenge Winter und regenarme heiße Sommer; da, wo im Sommer mehrere Monate lang der Regen ganz ausbleibt, beginnt die Steppe; dort, wo niemals oder doch

nur ausnahmsweise in jahrelangen Zwischenräumen Regen fällt, breitet die Wüste sich aus.

III.

Wir wollen nunmehr, nachdem wir uns bemüht haben, den Humboldtschen Ideen über den Zusammenhang der Vegetation mit den Faktoren des Klimas zu folgen, in Gedanken eine botanische Reise um die Erde antreten, aber nicht, wie bei den gewöhnlichen Weltumsegelungen zur See in der Richtung von West nach Ost; vielmehr wählen wir als Ausgangspunkt unserer Fahrt den noch unentdeckten Nordpol und wandern, der Weisung der Magnetnadel folgend, südwärts über Land und Meer, bis wir den Aequator erreichen, um über diesen hinaus unseren Weg bis zum Südpol fortzusetzen. Wir werden auf diesem Wege nach einander die drei Zonen durchmessen, in welche schon von den alten Geographen die Erdkugel eingetheilt wurde: erst die kalte Zone, die vom Pol bis zum Polarkreis reicht, dann die gemäßigte zwischen Polar- und Wendekreis, endlich die heiße, welche zu beiden Seiten des Aequators bis zu den Wendekreisen sich erstreckt. Doch würde das Gemälde der Pflanzenwelt viel zu wenig ausgeführt werden, wenn wir dasselbe nur nach jenen drei Zonen gliedern wollten. Bei der Annäherung vom Pol an den Aequator zeigt die Vegetation der Erde eine ganze Reihe von Gürteln, die bald scharf von einander geschieden, bald in allmählicher Wandelung sich folgen. Wir können auf jeder Erdhalbkugel in der kalten Zone zwei solcher Gürtel unterscheiden, den polaren und den arktischen; in der gemäßigten Zone vier: den subarktischen, den kälteren gemäßigten, den wärmeren gemäßigten und den subtropischen Gürtel; die heiße Zone endlich läßt sich in einen äquatorialen Gürtel, zu beiden Seiten des Aequators, und in zwei tropische Gürtel abtheilen, die bis zu den Wendekreisen reichen.[5]) Daß die acht pflanzengeographischen Zonen in Wirklichkeit nicht durch Breitenkreise, sondern durch

Isothermen oder ähnliche Linien abgegrenzt sind und daher dem Aequator hier sich nähern, dort sich von ihm entfernen, ergiebt sich aus unseren Betrachtungen über die gesetzmäßigen Beziehungen, welche zwischen Sonnenwärme und Pflanzenleben obwalten.

Wenn wir, statt in der Richtung des Meridians von Nord nach Süd aus einem Erdgürtel in den anderen überzugehen, die einzelnen Zonen in ihrer Längserstreckung von Ost nach West durchwandern, so finden wir nicht bloß unter gleichen Breiten sehr verschiedenartige klimatische Verhältnisse und in Folge dessen auch sehr verschiedene Vegetationen neben einander gelagert, sondern wir erkennen auch, daß das heutige Klima nicht die allein bestimmende Macht in der Anordnung und Vertheilung der Pflanzen ist; daß auch die Wandelungen, welche im Laufe der Jahrtausende im Klima wie im Relief der einzelnen Erdtheile eingetreten sind, ihre sichtbaren Spuren zurückgelassen haben. Die Pflanzen sind so empfindlich, daß selbst geringfügige Veränderungen in der Vertheilung der Sonnenwärme, des Wassers und der Bodenbeschaffenheit genügen, um eine Art von einer anderen besser angepaßten verdrängen zu lassen, wenn sie nicht im Stande ist, den veränderten Verhältnissen selbst sich anzupassen und dadurch in eine neue Art sich umzugestalten. Daher lassen sich in den meisten Zonen zwei oder mehrere Gebiete abgrenzen, welche große Verschiedenheiten in ihrer Flora zeigen und sich daher als *selbstständige Florenreiche* darstellen, oft können wir in solchen Reichen noch eine Anzahl kleinerer Provinzen unterscheiden. So reicht, wie wir bereits bemerkten, das Florenreich von Mitteleuropa bis nach Sibirien; doch erscheint selbst sein europäischer Antheil in eine baltische, eine pontische und eine atlantische Provinz gegliedert; die Flora der nördlichen Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge, obwohl zur nämlichen Zone gehörig, ist dagegen von der der alten Welt ganz verschieden; beide haben nur eine kleine Zahl von krautigen Pflanzen, wenige Sträucher und keinen einzigen Baum mit einander gemein.

Ein dänischer Botaniker, J. F. Schouw[6]), war der erste, der 1823 die ganze Erdoberfläche in Florenreiche vertheilte, von denen ein jedes mindestens die Hälfte der Gattungen und ein Viertel der Arten eigenthümlich besitzen sollte; nach ihm hat Grisebach eine auf die umfassendste Kenntniß der Erde und ihrer Pflanzenwelt gegründete Einteilung in 24 Florenreiche oder Vegetationsgebiete gegeben;[7]) in neuerer Zeit haben Engler und Drude nach der sich immer vollständiger ausgestaltenden Kenntniß der Vegetation auf der Erde die Florenreiche genauer zu begrenzen versucht.[8]) Jedes dieser Reiche ist in Bezug auf seine Vegetation eine Welt für sich, die von der übrigen entweder durch natürliche Grenzen, durch Meere oder Hochgebirge isolirt ist, oder bei naher Berührung einen gegenseitigen Austausch ihrer Bewohner von den Grenzen aus gestattet hat. Es bieten daher die Florenreiche ähnliche Erscheinungen, wie die Reiche der Menschen; hier wohnen unter gleichem Himmel neben einander, doch in scharfer Abgrenzung und in gesonderten Reichen, Menschen verschiedener Sprache und Abstammung; dort ist aus der Verschmelzung mehrerer Urstämme eine gemischte Bevölkerung hervorgegangen; jenes Volk hat sich, mit besonderer Befähigung zur Kolonisation, über ganze Welttheile ausgebreitet, dieses ist auf ein eng begrenztes Gebiet eingeschränkt, wo allein es dem Uebergreifen anderer Stämme Stand zu halten vermochte. Wie in den Staaten der Menschen, so auch in den Florenreichen der Pflanzen können wir die heutigen Grenzen nur verstehen, wenn wir die Geschichte derselben in ihrer allmählichen Entwickelung erforscht haben, wenn wir die Ein- und Auswanderung, den friedlichen Verkehr mit den Nachbarn, die Eroberungszüge, die Siege und die Niederlagen bis zu den ersten Anfängen verfolgen. Freilich ist die Urgeschichte der Pflanzen in noch tieferes Dunkel gehüllt, als die Urgeschichte des Menschen.

Doch, gleichviel ob wir den Versuch machen, die Verbreitung der Pflanzen über die Erde nach dem Klima in der Aufeinander-

folge der Zonen darzustellen, oder ob wir ihre geschichtliche Entwickelung in den Florenreichen verfolgen, wir würden nicht im Stande sein, durch die Sprache die Ueberfülle der Vegetationsbilder anschaulich wiederzugeben, hätte nicht Alexander von Humboldt den Naturforschern eine neue Methode botanischer Länderbeschreibung in die Hand gegeben.

Bekanntlich wird von der systematischen Botanik die Gesammtheit der Pflanzen nach ihrer natürlichen Verwandtschaft in Arten, Gattungen und Familien geordnet; als Maßstab für die Verwandtschaft aber gelten nicht die auffälligen Charaktere des Wuchses, Auszweigung und Baumschlag, sondern die verborgeneren Merkmale der Fortpflanzungsorgane, die Blüthen, Früchte und Samen. Zu einer Gattung gehören alle Pflanzen, welche gleichartig eingerichtete Blüthen und Früchte bringen; solche Pflanzen können sich durch Tracht und Lebensweise ihrer Ernährungsorgane, durch Gestaltung der Wurzeln, Stengel und Blätter sehr auffallend unterscheiden; sie werden dann als verschiedene Arten einer und derselben Gattung angesehen, wie z. B. die vielen Arten von Rosen, Pelargonien, Fuchsien u. a.

Sobald aber zwei Pflanzen in ihren Fortpflanzungsorganen wesentliche Verschiedenheiten zeigen, so gehören sie auch zu verschiedenen Gattungen; sind ihre Blüthen, Früchte und Samen jedoch sehr ähnlich, so werden sie als nahe verwandte Gattungen zu einer Familie vereinigt. Wir nehmen an, daß alle Glieder einer Familie in der That blutsverwandt, daß sie sämmtlich Nachkommen gemeinsamer Urahnen sind, die auf alle folgenden Generationen die Hauptmerkmale des Blüthen- und Fruchtbaus vererbt haben, auf denen die Erhaltung der Art beruht; die Ernährungsorgane dagegen, welche die Erhaltung des Individuums zur Aufgabe haben, mußten sich im Verlauf langer Zeiträume durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen mannigfaltig verändern, und dadurch die Entstehung neuer Arten bedingen.

Auch der Pflanzengeograph berücksichtigt die Familienverwandtschaft; er untersucht, welche Familien in einer jeden seiner Florenreiche vorkommen, welche Familien hier durch eine größere, dort durch eine geringere Zahl von Gattungen und Arten vertreten sind: er ermittelt so die statistischen Verhältnisse der Pflanzenwelt.

Um aber ein Bild von der Vegetation eines bestimmten Gebietes zu entwerfen, dazu reicht die Aufzählung seiner Pflanzenfamilien oder die Vergleichung der Zahlenverhältnisse zwischen den verschiedenen Gattungen und Arten ebenso wenig aus, als wir etwa aus dem Adreßkalender und dem statistischen Jahrbuch eine anschauliche Vorstellung von Paris oder Berlin gewinnen würden. Alexander von Humboldt erkannte mit künstlerischem Takt, daß die Physiognomie der Landschaft weniger von den Unebenheiten der Erdoberfläche, von den Formationen der Gebirge herrühre, welche in allen Zonen in ähnlicher Weise wiederkehren, als vielmehr von der Vegetation, die das nackte Felsenskelett mit lebendigem Fleisch bekleidet. Der Eindruck aber, den die Vegetation erweckt, hängt nicht von dem wenig in die Sinne fallenden Bau der Blüthen und Früchte ab, von dem das natürliche Pflanzensystem ausgeht, sondern von der Tracht, von der Höhe und Stärke der Stämme, von der Art ihrer Verzweigung und Belaubung, von der *Pflanzenform*, durch welche die *Physiognomie der Pflanzen* bestimmt wird.

Pflanzen von ganz verschiedenem Bau der Fortpflanzungsorgane können die nämliche Physiognomie haben, wenn sie unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen leben; umgekehrt gehören Pflanzen der nächsten Verwandtschaft oft zu ganz verschiedenen Pflanzenformen, wenn sie sich verschiedenartigen Lebensbedingungen angepaßt haben. Während der systematische Botaniker nur sehr geringen Werth darauf legt, ob ein Gewächs seine Ernährungsorgane als Baum, Strauch oder Kraut ausbildet, so erblickt der Pflanzengeograph gerade in diesen Verschiedenheiten die bedeutenden Elemente der Landschaftsphysiognomie, die vom Klima beeinflußt werden und

selbst wieder das Klima beinflussen; von der einen Pflanzenform wird der Wald, von der anderen das Buschland, von der dritten die Wiese, die Prärie gebildet. Humboldt stellte ein physiognomisches Pflanzensystem auf, in welchem er neunzehn verschiedene Pflanzenformen unterschied; Grisebach hat ihre Zahl auf 54 vermehrt.[9]) Wie der Künstler aus einer geringen Zahl von Farben, die er auf seiner Palette hat, seine Landschaftsgemälde zusammenmischt, so vermag der vergleichende Pflanzengeograph durch Nebeneinandersetzen der charakteristischen Pflanzenformen das Vegetationsbild jedes Erdgebietes anschaulich zu malen.

IV.

Undurchdringliches Geheimniß verhüllt noch immer die beiden Pole der Erde, an denen eine sechs Monate lange Nacht mit einem sechsmonatlichen Tage abwechselt; aber eine Reihe von Entdeckungsreisen, welche ein schönes Zeugniß für das ideale Streben und die Aufopferungsthätigkeit unseres Zeitalters abgeben, haben vom 82. Grad n. Br. ab die Natur der polaren Inselwelt durchforscht, welche den Nordküsten der alten und neuen Welt vorgelagert ist. Diese größtentheils gebirgigen Inseln, unter denen Grönland den Charakter eines polaren Kontinents trägt, sind durch Meeresarme geschieden, welche während der Winternacht zufrieren; aber einige Zeit nach dem Aufgang der Sonne brechen sie auf; dann werden die Eisschollen sammt den ins Meer versinkenden Gletscherzungen durch die beiden Pforten des Polarbeckens östlich und westlich von Grönland nach Süden geflößt und gestatten nun in warmen Sommern den Schiffen freie Durchfahrt, während sie in ungünstigen Jahren das zu tief eingedrungene Schiff zwischen Eisbergen einkeilen und jahrelang festhalten. Längs der Küsten mit ihren tief einschneidenden Buchten entfaltet sich zur Sommerzeit ein reiches Pflanzenleben, das an die blumigsten Alpenmatten oder an einen von kunstreicher Hand in der Eisregion angelegten Garten

erinnert. Hier ist die Heimath der Polarblumen, die den Alpenpflanzen an Schönheit gleichen, mit denen sie zum großen Theil auch der Art nach übereinstimmen; ihr holziger langlebiger Wurzelstock kriecht verborgen unter spärlicher Humusdecke; an den Zweigen, die sich kaum über den Boden erheben, sitzen Rosetten zierlicher Blätter, aus deren Mitte, vereinzelt oder in Trauben gestellt, große lebhaft gefärbte Blumen hervorsprießen. Ein genialer Naturforscher, von Baer, schildert mit Entzücken in Nowaja Semlja „die mit purpurfarbigen Blumen dicht besetzten Rasen der Silenen und Saxifragen, gemischt mit den azurnen Sternen des Vergißmeinnicht, mit goldgelben Ranunkeln und Draben und anderen Blüthen von blauen, weißen und hellrothen Farbentönen, unter denen das Grün des geringen Laubes kaum bemerkt wird". Sie sind wunderbar angepaßt für das Klima, in dem sie zu leben bestimmt sind; im Sonnenlichte, das monatelang mit gleicher Intensität ohne Unterbrechung in ihren Blättern arbeitet, bereiten sie eine Menge von Lebensstoffen, die zur Ausbildung der Winterknospen verwendet oder in den unterirdischen Vorrathskammern der Wurzelstöcke aufgespeichert werden; aber die geringe Wärme reicht eben nur aus, um die das Jahr vorher angelegten Laub- und Blüthenanlagen in wenig Tagen zum Austreiben zu bringen, nicht aber, um die Stengel über den Boden empor zu treiben; aber gerade durch diesen niedrigen Wuchs genießen sie in der Regel auch den Schutz der Schneedecke, der vor der fürchterlichen Kälte der Winternacht das schlummernde Leben behütet. Am Meeresufer wachsen Strandpflanzen und Alpenblumen unmittelbar neben einander; salziger Meersenf, weißblüthiges Löffelkraut, deren Laub dem Polarfahrer als blutreinigendes Gemüse dient, stehen neben gelbem Polarmohn, achtblätteriger Dryas, dunkelblauem Enzian, krautigen Azaleen und Rasen bildenden Zwergweiden, deren Blüthenkätzchen kaum zollhoch über den Boden hervorragen. In feuchten Mulden entwickelt sich eine üppige Grasnarbe, welche Heerden von Moschusochsen und Rennthieren zur Weide dient. Je-

doch finden unter den ungünstigen Lebensbedingungen die einfacher gebauten Pflanzen geringere Schwierigkeiten der Erhaltung, als die höheren; die blüthenlosen Kryptogamen überwiegen daher an Zahl und Mannigfaltigkeit über die Blüthenpflanzen. Wo immer nacktes Felsgestein zu Tage tritt, ist es mit schwarzen, grauen, gelben Steinflechten überzogen. Selbst der nie aufthauende Schnee, der die über 300 Meter hohen Berge bedeckt, ernährt noch mikroskopisches Leben; er wird weithin von den karminrothen Kugelzellen der Schneealge geröthet.[10]) Noch reicher an niederem Pflanzenleben als das Festland ist das Meer der Polarzone; goldbraune mikroskopische Diatomeen und riesige Seetange bewohnen dasselbe und mästen zahllose kleine Krebse und Seemollusken, die den Zügen der Walfische, den Walrossen und dem Seegevögel unerschöpfliche Speise bieten. Für den Menschen aber ist hier noch nicht hausen; nur arktische Jägervölker durchschweifen von Zeit zu Zeit die unwirthlichen Einöden, um den Heerden der Robben und Polarfüchse nachzustellen; nur Walfischfänger schlagen hier vorübergehend ihre Hütten auf, und allein Naturforscher wagten es, im Dienste der Wissenschaft unter einem Klima zu überwintern, wo das Quecksilberthermometer unbrauchbar ist, weil sein flüssiger Faden monatelang zu hammerhartem Metall erstarrt.

Was die Natur selbst dem höchsten Norden erspart hat, ein Land, das der Hauch des Lebens gar nicht berührt hat, zeigt sie auf der südlichen Hemisphäre. Die Küsten von Victorialand starren von ewigem Eis; die nackten Felsen tragen kein Gras, nicht einmal Moos und Flechten; ungeheure submarine Bänke von 100 Meilen Ausdehnung, die ausschließlich aus mikroskopischen Diatomeen bestehen, sind in den Tiefen des Meeres die äußersten Vorposten des Pflanzenlebens, das vor einem Klima zurückweicht, wo selbst der lange Tag durch ewigen Nebel verdüstert und die furchtbare Polarnacht nur durch die Feuersäulen 5000 Meter hoher, bis zum Fuß in Eis gehüllter Vulkane erhellt wird.

Zwischen dem 70. und 78. Grad n. Br. stößt das nördliche Eismeer an die Kontinente von Europa, Asien und Amerika. Indem wir das Festland betreten, gelangen wir bald in eine neue pflanzengeographische Zone, die arktische. Sie erstreckt sich südwärts bis zum Polarkreis, den sie jedoch in den Ländern der Hudsonsbai um 5° überschreitet, während sie in Norwegen und im Innern von Sibirien zwischen Jenisei und Kolyma fast ebenso weit von ihm zurückweicht; auch die vom Golfstrom erwärmten Westküsten von Grönland und Island fallen in diese Zone. Noch zeigt der neunmonatliche Winter furchtbare Heftigkeit, und die Stürme, welche über die grenzenlosen Ebenen hinbrausen, lassen noch keinen Baumwuchs aufkommen; aber in geschützten Mulden reicht Dauer und Wärme des Sommers aus, um die Strauchform zu entwickeln, wo von dem auf dem Boden hinkriechenden Holzstamm sparrige Aeste aufstreben. Theils sind es Nadelhölzer, Gebüsch von Wachholder, Kiefer, Fichte, in Sibirien auch von Lärchen und Arven; von Laubgehölz dringt am weitesten polwärts bis über den 78. Grad mannshoher Buschwald von Weiden mit schmalen oder auch breiten silberhaarigen Blättern, weiter südlich (72°) erscheinen auch zwergige Birken und verkrüppelte Erlen; dazwischen wächst niedriges Heidegesträuch: schwarze Rauschbeeren, violettblühende Alpenrosen,[11]) Heidel- und Preiselbeeren, aus deren dunkelgrünem, myrtenähnlichem Laube die blauen oder rothen Früchte hervorleuchten; eine verwandte Heideblume, Andromeda, erhielt von Linné den Namen der von Perseus befreiten Jungfrau, an den sie sein poetisches Gemüth erinnerte, wenn sie im Juli von der Sonne aus den Banden des Winters erlöst wird.[12])

Aber den größten Theil dieses Gebiets nimmt die Wüste des hohen Nordens, die Tundra, ein, wo über dem nie aufthauenden Boden das Wasser auf der Temperatur des Gefrierpunkts stehen bleibt und nur Gräsern, Moosen und Flechten ein kümmerliches Dasein gestattet; sie ist von offenen Seen unterbrochen, welche von Ried-

und Wollgräsern eingefaßt sind; den feuchten Moorgrund überzieht in trauriger Einförmigkeit bleichgelbes Torfmoos und lichtgrüner Widerthon;[13]) auf trockeneren Flächen, die mit gletschergeglätteten Steinblöcken übersät sind, wuchern gelbgraue oder braune, krauslaubige oder korallenähnliche Erdflechten,[14]) zwischen denen die Spitzen niedriger Grashalme kaum sichtbar werden. Aber in den breiten Flußthälern sprießt üppiger Rasen von Gräsern und schönblühenden Kräutern; es sind größtentheils die nämlichen Alpenblumen, die wir schon in den Polarinseln kennen gelernt und die der ganzen kalten Zone einen gleichartigen physiognomischen Charakter geben; aber sie sind jetzt untermischt mit zahlreichen Arten unserer heimischen Flora, Schmirgel, Hahnenfuß, Weidenröschen, Speerkraut, Schaumkraut und vielen anderen.

Hier ist der Weidegrund zahlloser Rennthierheerden, der Reichthum der Lappen, Samojeden, Tungusen, Tschuktschen und Eskimos. Während die Polarzone nur flüchtig von Jägern und Fischern durchschweift wird, gewährt die arktische Zone bereits stetige Winterquartiere und reichlichen Unterhalt den Nomadenvölkern des hohen Nordens.

V.

Da, wo jenseits des Polarkreises das Gebüsch höher aufstrebend zur Baumform emporschießt und bald im geselligen Verein zu Wäldern sich zusammenschließt, treten wir in die gemäßigte Zone. Den Uebergang zum arktischen bildet ein Gebiet, das wir als den subarktischen Waldgürtel bezeichnen können. Hier umfängt uns unermeßlicher Nadelwald, das Reich der Koniferen, die auf harzreichem Säulenstamm die immergrünen Pyramidenkronen tragen. Schon am Nordkap begegnet uns die büscheläftige Kiefer, sie erreicht bald 20 Meter Höhe; vom 67. Grad ab gesellen sich ihr dunkelschattige Fichten; im asiatischen Rußland erscheinen an der Baumgrenze am 69. Grad hellgrüne Lärchen und fünfnadelige

Arven; erst nur wenige Fuß hoch und in knieholzähnlichen Büschen mit einem dichten Netze knorriger, festverschlungener Stämme und Aeste auf dem Boden kriechend, erheben sie ihre Wipfel um so höher und bilden um so stolzere Wälder, je weiter nach Süden wir vorschreiten. In den schwarzen Nadelwald mischen sich lichtgrüne Laubbäume, zuerst die Birke, die durch ihren fernleuchtenden kreideweißen Stamm und im Frühling durch ihr freudig grünes, im Herbst durch ihr goldig schimmerndes, kaskadenartig herabwallendes Laub fröhlich aus den finsteren Nadelwaldmassen sich abhebt. In den Lichtungen zeigen sich zwei Bäume aus der Verwandtschaft der Rosen, die Eberesche mit ihrem gefiederten Laub und den scharlachrothen Fruchtdolden, und die Ahlkirsche mit den aromatischen Blüthentrauben. Preisel- und Heidelbeerengebüsch bedeckt mit einförmigem Grün den Waldboden; ihnen gesellen sich Brombeeren mit würziger Frucht, die gepriesenste die krautige goldfarbige Mamura oder Moltebeere. Auf den Waldwiesen sprießen Blumen, theils arktische Arten mit gedrängter Blattrosette, theils hohe Stauden, unter ihnen wunderliche Orchideen, gelber Mohn, blauer Eisenhut, rothfleckiger Fingerhut und weißdoldiger Baldrian, der an den Lichtgott Balder erinnert.[15])

Unermeßlich über Berg und Thal zieht sich gegen Osten, vom Ural bis zur Ochotskischen See, der sibirische Urwald, die Taiga, das Paradies des Wildes, doch fast unzugänglich dem Menschen. „Ein kaum bemerkbarer Fußpfad leitet den einsamen Jäger durch das geheimnißvolle Dickicht, vorüber an gigantischen Baumleichen, welche von schwellendem Moos und Gras hoch überwuchert, wie unter grüner Leichendecke am Boden modern . . . Himmelragende Kiefern, Fichten, Lärchen[16]) und Birken drängen sich in finsterem Schweigen rings um die Bruderleichen, während das hellere Grün des Faulbaums, des dornigen Wildapfels und der Heckenrose die reichste Dekoration für das Todtenbett abgiebt und, üppig von Stamm zu Stamm hinüberwuchernd, eine so feste saftige Unter-

wand bildet, daß selbst das scharfe Beil Mühe hat, dieses zähe Geranke zu trennen.“ [17])

Die öden Tundrawüsten sind jetzt seltener geworden; doch bewohnt immer noch weite Sumpfflächen das Torfmoos und die isländische Flechte, in Gesellschaft von Binsen, Ried- und Wollgräsern; auf trockenerem Steinboden unterbricht dürftiger Buschwald zwergiger Erlen, Espen, Strauchbirken und Gagelsträucher [18]) die Moorwüste. Wolken von Mücken und Stechfliegen, die aus den Sümpfen aufsteigen, machen die Tundra unnahbar für Thiere und Menschen.

Sommer und Winter folgen fast ohne Uebergang auf einander; kaum ist der gestrenge Winter unter schweren Sturmeskämpfen vertrieben, so bricht der heiße Sommer herein, der in den langen Tagen die Früchte der Erde rasch heranreift. Denn in dieser Zone beginnt der Ackerbau den Wald zu verdrängen, erst oasenartig, dann in zusammenhängenden Fluren; mit den festen Wohnsitzen wird edlerer Menschenbildung eine Stätte gegründet. Nur in den besonders begünstigten Gärten von Norwegens Westküste reifen die Obstbäume, wenn auch kümmerlich, ihre Früchte bis zu 64°, während der Roggen bis zum 67. Grad gebaut werden kann; doch zumeist liefern Gerste und Hafer bis zum 70. Grad das Brotkorn; die üppige Grasnarbe blumenreicher Wiesen gestattet überall geregelte Viehzucht.

Auch in der westlichen Halbkugel beginnt an der Baumgrenze der Nadelwald; er reicht an den Westküsten von Alaschka fast ebenso weit gegen Norden als in Skandinavien (69°) und dem mittleren Sibirien, während er im Osten bis gegen Kanada zurückweicht. Die europäischen Koniferen sind hier durch andere, wenn auch verwandte Arten vertreten; von der Beringstraße bis nach Labrador erstreckt sich das Reich der Weißfichte; Kanada ist berühmt durch herrliche Waldungen von Hemlock- und Balsamtannen, Schwarz-, Roth- und Weißfichten, kleinfrüchtigen Lärchen, virginischen Wach-

holder- und Lebensbäumen, die mit Papierbirken, Balsampappeln und zuckerreichen Ahornbäumen gemischt sind; rosenblüthige Brombeersträucher, wachsbeerige Gagelbüsche, Alpenrosen und andere Heidesträucher bilden das Untergestrüpp; über alle ragen thurmähnlich die schlanken Stämme der silberschimmernden Weymouthskiefer empor, die bis zu sechzehn Meter Umfang und 50 Meter Höhe erreichen.[19]) Die riesigsten Nadelwälder der Welt erheben sich an den Gestaden des Stillen Oceans in Britisch-Kolumbien und Sitscha, wo über das finstere Walddickicht der Mertensstannen und Sitchafichten sich die Douglastanne bis zu 100 Meter erhebt und die gelbgrünen Riesencypressen ihr wenig nachgeben.[20])

VI.

Im Süden der Ostsee beginnt die kältere gemäßigte Zone; ihre Physiognomie wird bestimmt durch die Form des Laubwaldes mit weichen, dünnen, im Herbst abfallenden Blättern. Sie umfaßt diejenigen Länder, welche in der Gegenwart der Sitz der höchsten Kultur, die Träger weltgeschichtlicher Entwickelung sind: Frankreich, Großbritannien, das südliche Skandinavien, die Niederlande, Deutschland, Oesterreich; sie setzt sich durch Mittelrußland und Südsibirien bis zum Amurland fort. In Nordamerika gehören zu ihr das südliche Kanada und die Nordstaaten, die um die kanadische Seenplatte gelagert sind.

Die kältere gemäßigte Zone beginnt in Europa da, wo der Fichtenwald von dem Buchenwald verdrängt wird, der auf den dänischen Inseln und an den Ostseeküsten seine herrlichste Entfaltung zeigt und in der Poesie seiner grünen Dämmerung alle Waldformationen übertrifft. Gegen Süden, in England und Frankreich, herrscht der Eichwald vor, der sich durch Rußland bis zum Ural erstreckt, ohne diesen jedoch zu überschreiten; zu des Tacitus und Plinius Zeiten bewohnte die Eiche in urwaldartiger

Kraft das ganze Waldmeer von Mitteldeutschland; heute ist sie beinahe auf die der Ueberschwemmung ausgesetzten Flußniederungen eingeschränkt. Während der Nadelwald in finsterer Einförmigkeit kaum ein fremdes Gewächs in seiner Mitte duldet, wachsen im Laubwald verschiedene Baumgeschlechter in bunter Geselligkeit durch einander; unter die Rothbuchen mischt sich vom 51. Grad ab die Edeltanne; der Eiche gesellen sich Schwarzpappeln und Sahlweiden, Weißbuchen und Ahorn, Linden und Eschen; Hasel- und Kreuzdorngesträuch bildet das Unterholz; ein sammetgrüner Moosteppich bedeckt den Boden; Farnkräuter entrollen den Kranz ihrer zierlichen Fiederblätter, und liebliche Waldblumen mischen bunte Farben in das Grün. Wilde Obstbäume, deren Belaubung im Frühling unter dem Schnee der Blüthen, im Herbst in der rothen Pracht der Früchte verschwindet, mehren sich besonders im Osten; im Westen erscheint als die erste immergrüne Baumform die Stechpalme.[21]) Hier begegnen uns auch die ersten Schlingpflanzen, die an Zahl der Arten und an Schönheit der Blüthen gegen Süden zunehmen; der Epheu kriecht an den Stämmen empor, an deren feuchterer Nordseite sich auch bunte Flechten und bronzefarbige Lebermoose ansiedeln; über die Felsen klettert Geisblatt und Waldrebe; der Hopfen schlingt Guirlanden um die wilden Rosen- und Schneeballbüsche; die Zaunwinde schmückt sie mit weißen Blumentrichtern.[22]) Auf den Gewässern schwimmt die Lotosblume des Nordens, die weiße Seerose, zugleich mit ihrer kleineren gelbblühenden, lieblich duftenden Schwester; Teichlinsen spannen eine grüne, blühende Wasserranunkeln eine blendendweiße Decke über die Wasserflächen, die von Kalmus, gelber Iris, Blumenbinsen, Igelkolben, Pfeilkraut und Schilfrohr eingefaßt sind;[23]) das Ufer umsäumen silberschimmernde Weiden, dunkle Erlen und Espen, deren Blätter im leisesten Windhauch erzittern.

In Folge tausendjähriger Kultur sind freilich in der Ebene die Wälder fast überall von allem fruchtbaren Boden verdrängt, nur der trockene Sand wird der genügsamen Kiefer zum Allein-

besitz überlassen. Selbst die südlichere Vertreterin der Tundra, die Heide, die im Nordseegebiet Westdeutschlands noch 100 Quadratmeilen einnimmt und im Osten bis zum Ural reicht, wird vom Ackerbau mehr und mehr in Besitz genommen; Getreidefelder umspannen mit goldenem Gürtel die Erde vom Atlantischen Ocean bis zum Ural; und zwar ist es der Weizen, die edelste Gabe der Ceres, der neben dem Roggen für diese Zone charakteristisch ist; Hafer wird jetzt nur als Pferdefutter, Gerste des Bieres wegen gebaut. Obstbäume umgeben in waldähnlicher Fülle die Dorfschaften; in den südlichen Theilen des Gebiets, wo auch die edle Kastanie als neue Baumform hinzutritt, siedelt sich auf den sonnigen Hügellandschaften die Rebe an, die auf niedrigen Pfählen die edlen Trauben reift.

Auch in Nordamerika ist in dieser Zone der nordische Nadelwald dem Laubwald gewichen. Er unterscheidet sich von dem europäischen, mit dem er keine einzige Art gemein hat, durch eine bei weitem reichere Mischung. Zahlreich sind die Arten der Eichen, Buchen, Birken, Pappeln, Rüstern, Eschen, Nußbäume, der Ahorne mit handförmigen und gefiederten Blättern; sie übertreffen die einheimischen Verwandten ebenso oft durch Schönheit wie durch Mannigfaltigkeit der Belaubung, daher sie mit besonderer Vorliebe als Schmuckbäume in unsere Gartenanlagen gezogen worden sind. Zu ihnen gesellen sich auch Baumgeschlechter aus tropischer Verwandtschaft: breitästige Platanen, Roßkastanien mit rothen und gelben Blüthensträußen, großlaubige Katalpen, Tulpenbäume und Magnolien, alle auch mit großen schönfarbigen Blumen geschmückt; fremdartig erscheinen Amberbäume, Sassafraslorbeer, Dattelpflaumen, Giftsumach und die gefiederten Kronen der Robinien, Gleditschien und Schusserbäume; aromatische Gewürzsträucher, Papaw und Alpenrosengebüsch bilden das Unterholz;[24]) Stachelwinden, Mondsamen, wilde Reben, büschelblüthige Kletterrosen steigen hoch in die Baumwipfel; kletternde Bignonien behängen die Stämme mit ge-

fiedertem Laube und feuerrothen Blüthenglocken; selbst ein blattartiger Kaktus verträgt noch die strengen Winter des 49. Grades.[25])

Das Bezeichnende aller dieser Wälder in der kälteren gemäßigten Zone der alten wie der neuen Welt ist der Wechsel, den sie im Verlauf des Jahres durchleben. Während die Nadelwälder des subarktischen Gebiets Jahr aus, Jahr ein ihr dunkles Kleid tragen, verlieren die Laubbäume der kälteren gemäßigten Zone ihre Blätter mit den ersten Stürmen, die den Winter einführen. Nur in dieser Zone sind die vier Jahreszeiten deutlich von einander geschieden; sie gleichen sich in der Dauer und in der Menge der Niederschläge und lösen sich in allmählichem Uebergange ab. Im Winter ruht die Vegetation, desto schöner ist das Erwachen der Natur im Frühling, der nur in dieser Zone jene Poesie entfaltet, die in den Liedern unserer Dichter sich abspiegelt. Im Herbst dagegen prangen die Wälder in buntem Farbenschmuck: in Nordamerika gilt diese Zeit, der Indianersommer, als die schönste des ganzen Jahres, wo die Laubkronen des Urwaldes in brennendem Roth und Gold schimmern

VII.

Wir haben nunmehr die vier kälteren Zonen der Erde durchwandert, wo das Pflanzenleben ganz ausschließlich von der Sonne beherrscht wird, und, wenn diese im Winter den Dienst versagt, der Kreislauf der Vegetation auf längere oder kürzere Zeit unterbrochen wird; an wässerigen Niederschlägen fehlt es hier zu keiner Jahreszeit, nur ihr Uebermaß wirkt oft verderblich. In den vier Zonen, die dem Aequator näher liegen, ist dagegen das Wasser das eigentliche Leben erzeugende Element, dessen Mangel zu Zeiten die Entwickelung der Flora zum Stillstand bringt, während die Sonne das ganze Jahr hindurch ausreichende Wärme spendet oder gar mit lebensfeindlicher Uebergewalt die Vegetation vernichtet.

Nicht die Alpen, sondern der Apennin scheidet in Italien von der kälteren die wärmere gemäßigte oder mediterrane Zone, in welche der von Norden kommende Reisende noch heute mit derselben Bewunderung eintritt, mit der einst die gallischen und germanischen Wandervölker auf die Paradiese der oberitalienischen Seen hinabschauten. In der weiten Poebene, die wie ein Riesencirkus von der mit Eiszinnen gekrönten Alpenmauer umkreist wird, ist der Winter noch hart; die Vegetation um Turin, Mailand, Ferrara bis Bologna unterscheidet sich nur wenig von der Süddeutschlands; überall unsere einheimischen Bäume, Roßkastanien, Pappeln und Reben, Obst- und Maulbeerbäume, die im Winter kahl stehen und im Frühling nur wenig früher aussprossen als bei uns. Erst wenn wir den Apennin überschritten, sind wir mitten im Reiche der Mediterranflora, die nur an den Seen von Garda, Lugano, Como und Pallanza, im unteren Etschthal und an den Küsten der Adria und des Quarnero isolirte Vorposten bis zum 46. Grad nach Norden vorgeschoben hat. Wenn die steife Pappel von der dunklen Cypresse verdrängt ist und silbergraue Oelbäume die Hügel bedecken, erst in Toskana beginnt für den Botaniker das wahre Italien; an den Gestaden des blauen Mittelmeers hat der Winter vollends seine Macht verloren; an die letzten Blumen des Spätherbstes schließen sich ohne Pause die ersten Frühlingsblüthen: selbst auf felsigem Geröll entwickelt sich eine Blumenfülle, wie der Norden sie in solcher Mannigfaltigkeit nirgends aufweist; zählt doch die Flora Italiens über 5000, die von Deutschland nur 2600 Arten. Ein Theil der Bäume und Sträucher verliert auch hier im Herbst sein Laubkleid; die meisten aber tragen das ganze Jahr ohne Unterbrechung Blätter, Blüthen und Früchte. Auf den blumenreichen Frühling folgt ein heißer Sommer, in dem vier bis fünf Monate lang kein Regen fällt. Dann verdorrt Gras und Kraut; vergeblich sehnt sich das Auge nach dem saftigen Grün und dem ununterbrochenen Blumenwechsel unserer heimischen

Wiesen. Die Bäche trocknen aus, die Erde erscheint rothbraun und verbrannt, das Laub bedeckt sich mit Staub, die Vegetation steht still, bis die ersten Gewitterregen um die herbstliche Tag- und Nachtgleiche sie wiedererwecken. Nur solche Sträucher und Bäume gedeihen, deren Wurzeln in die Tiefe hinabdringen, wo der unversiegliche Strom des Grundwassers sie tränkt; aber auch sie schränken ihren Wasserverbrauch ein; ihre schmalen undurchsichtigen Lederblätter werfen mit spiegelnder Oberfläche die Sonnenstrahlen zurück und mindern so ihre Verdunstung; da sie mehrjährige Lebensdauer haben, wird ihnen auch der größte Theil der Arbeit erspart, welche das vergänglichere Laub unserer Bäume für Beschaffung der Wintervorräthe zu leisten hat. Die immergrünen Bäume erreichen meist geringere Höhe als die nordischen laubabwerfenden; sie gehen gern in die Strauchform zurück; der hochstämmige Forst verkümmert meist zum Buschwald (macchia, maquis). Die Gewächse, welche die Physiognomie der südeuropäischen Flora bestimmen, Lorbeer und Myrte, Buchs und Erdbeerbaum, Lauruſtin und Lorbeerkirsche, Baumheide und Oleander[26]) sind zumeist nur hohe Sträucher, die selten eine Krone bis zu zehn Metern Höhe ausbilden.

Struppiges Gebüsch, das weite Flächen überzieht, erinnert im ganzen Süden an die herrschenden Strauchformationen der arktischen Zone. Am flachen Meerstrande bilden harziger Lentiskus und Knoppereiche[27]) runde Büsche, ähnlich dem Knieholz oder dem arktischen Weidengebüsch; trockene Hügel sind mit Lavendel, Rosmarin und anderem aromatischen Labiatengesträuch bewachsen; in Spanien bedecken die buschigen Cistrosen ganze Quadratmeilen ausschließlich, nach Art des nordischen Heidekrauts.

Jedoch fehlt es auf wasserreicherem Boden auch nicht an Bäumen, die von der Kraft der südlichen Sonne Zeugniß geben. Selbst unter den laubabwerfenden Bäumen zeigen viele eine fremdartige Erscheinung voll Schönheit und Majestät; so die orientalischen

Platanen, die Zurgelbäume, die Hopfenbuchen und die Zorreichen; im Frühjahr sind die Aeste des Judasbaumes in rosa Blüthenwolken eingehüllt.[28]) Aber vor Allem sind es die immergrünen Bäume, welche den Charakter der Landschaft bestimmen: die dunklen Wipfel der Stein- und Korkeichen[29]) mit den schmalen weidenähnlichen Lederblättern, und die Oelbäume mit den wunderlich zerrissenen Krüppelstämmen und den starren graugrünen Kronen. Hier und da erscheinen auch schon tropische Formen: fein gefiederte Mimosen, Pistazien, Terebinthen, Pfefferbäume und Johannisbrotbäume mit eschenähnlicher, doch immergrüner Belaubung.[30])

Akanthus (Acanthus mollis).

Unter den Trümmern antiker Tempel blüht der Akanthus aus der Mitte einer elegantgeschnittenen Blattrosette, der einst dem griechischen Künstler das Vorbild für die schönsten Säulenkapitelle darbot. An felsigen Gestaden Süditaliens begegnet uns die erste wilde Palme, die aus dem Wurzelstock einen Busch hochstieliger Blattfächer entwickelt.[31]) Der Nadelwald zieht sich in die Gebirge zurück, doch fehlen auch am felsigen Meeresufer, wo die Meerzwiebel den steifen Blüthenschaft meterhoch emporhebt, nicht die Wälder der Aleppo- und Strandkiefern, noch die breitästigen Schirmkronen der Pinien.[32])

Der größte Theil freilich der Gewächse, welche heutzutage der südeuropäischen Vegetation eine so fremdartige, für uns so reizvolle Physiognomie verleihen, sind hier gar nicht einheimisch,

sondern erst im Laufe der drei Jahrtausende, durch welche wir ihre Kulturgeschichte verfolgen können, aus Ost und West eingebürgert worden. Erst seit dem 16. Jahrhundert hat die Agave und der westindische Feigenkaktus, die heute in keiner Mittelmeervedute fehlen dürfen, ihren Weg herüber aus dem tropischen Amerika gefunden; wenn wir sie nicht selten sogar in Darstellungen antiker Landschaften erblicken, so gehören sie dahin mit nicht größerem Rechte als die Kanonen, mit denen jener Maler die Mauern von Troja einschießen läßt.[33]) Aus Australien stammen die Eukalypten, aus Amerika die Magnolien mit den glänzenden Blattschilden; aus dem Osten ist die japanische Mispel mit ihren großen grau behauchten Lanzettblättern eingewandert.[34]) Selbst die goldfrüchtigen Agrumen,[35]) heute der herrlichste Schmuck der italienischen Hesperidengärten, sind dorthin erst seit der späteren Kaiserzeit aus ihrer indischen Heimath gekommen und erst durch die Sarazenen völlig eingebürgert, die Apfelsine gar erst durch die Portugiesen im 16. Jahrhundert aus China eingeführt worden. Hätte man Cicero gefragt:

„Kennst du das Land, wo die Citronen blühn,
Im dunklen Laub die Goldorangen glühn?"

er hätte sicher nicht geahnt, daß man darunter sein eigenes Vaterland verstehen könne.

Wenn die Geschichte davon schwiege, daß einst die Keime edlerer Kultur aus dem Orient nach Griechenland und Italien und von da weiter nach Westen und Norden getragen sind, die Pflanzen würden es uns sagen. Von den verschollenen Seefahrten der Phönizier zeugen die Dattelpalmen, die schon seit dem Alterthum in ihren Handelsniederlassungen längs der Küsten des Mittelmeers angepflanzt waren und im Mittelalter von den stammverwandten Arabern mit besonderer Vorliebe gepflegt und verbreitet wurden, ohne doch, mit Ausnahme weniger besonders begünstigter Küsten, irgendwo Früchte zu reifen. Ebenso stammen fast alle südeuro-

päischen Kulturgewächse aus dem Orient: Mandel und Pfirsich, Quitte und Granate, Oelbaum und Feigenbaum, Weinstock und Maulbeerbaum, Wallnuß, Platane und die schwarze obeliskenähnliche Cypresse.[36])

Von den Getreidearten Mitteleuropas verschwinden Roggen und Hafer; nur Weizen und Gerste werden seit dem frühesten Alterthum angebaut; ihnen hat sich seit dem Mittelalter die afrikanische Durrah, der indische Reis und der amerikanische Mais gesellt; auch der Küchengarten bringt manche fremdartige Erscheinung. Die Sommergewächse mit flacheren Wurzeln würden die Dürre der regenlosen Zeit nicht überdauern, wenn nicht künstliche Bewässerung der Gärten und Felder, die schon vor Jahrtausenden zur Anlage großartiger Aquäducte geführt hatte, sie von den Niederschlägen unabhängig machte.

Denn der Erdgürtel der wärmeren gemäßigten oder mediterranen Zone war im Alterthum der Schauplatz der glänzendsten Kulturentwickelung, die freilich im Beginn des Mittelalters zerstört und nur im Westen nachmals zu neuer Blüthe gelangt ist, ohne doch die Spuren jener gewaltsamen Katastrophe völlig überwunden zu haben.

Verödet sind die Gefilde von Attika, dessen Fluren der große Tragödiendichter einst schilderte:

„Durch die schattigen Haine schwärmt
Philomele, das süße Lied
Ihrer Klage vergießend;
Epheu ranket der Rebe gleich,
Und die saftige süße Frucht
Reift im Laube der Bäume, der heiligen;
Der Sonne Glut, des Sturmwinds
Graus verschont das stille Thal, . . .
Wo die holde Narzisse blüht,
Stets genährt und getränkt vom Thau des Himmels,
Und goldaugiger Krokos,
Wo die Quellen der Tiefe
Nie versiegend sprudeln." . . .

Noch schlimmer verwüstet ist die Herrlichkeit des kleinasiatischen Küstenlandes, dessen Natur Byron in farbenreichen Bildern gemalt:

„Das Land der Cypressen und Reben,
Wo immer die Blumen im Sonnenlicht blühn,
Zephyre mit duftschwerem Fittiche schweben
Um Gärten der Rosen, die feurig erglühn,
Wo schöner an Frucht die Oliv' und Citrone,
Wo niemals die Stimme der Nachtigall schweigt,
Die Erde vom Himmel im Farbentone
Verschieden zwar ist, doch an Schönheit ihm gleicht,
Wo die See sich im tiefsten Purpur zeigt."

—

Wo in der wärmeren gemäßigten Zone die Bewässerung fehlt und der durchlässige Boden das Grundwasser in unerreichbare Tiefen versinken läßt, da beginnt das Reich der Steppe; sie greift durch den Einfluß des Kontinentalklimas im Osten Europas und im Innern von Asien zwischen 52° bis 36° in die Gebiete der nördlich und südlich angrenzenden Zonen über. Die Steppe beginnt im Süden der Karpathen und erstreckt sich dann in ununterbrochenem Zuge durch das ganze südliche Rußland vom Dnjester über den Uralfluß hinaus nach Asien, wo sie im Osten, allmählich in hohes Tafelland aufsteigend, bis an die chinesische Mauer reicht. Sie trägt weder Baum noch Strauch; auf welliger Ebene, die dem uferlosen Meere gleicht, bilden hohe Steppengräser, die nicht in weichem geschlossenen Rasen, sondern gesondert in starren Büscheln hervorsprießen, ein wogendes Feld, in dem das Roß des schweifenden Kosaken sich verbirgt; hoch wallen ihre gefiederten Blüthenrispen gleich flatternden Fahnen im Winde.[37]) Auf lehmigem Boden erheben sich in kugelrunden Klumpen Ginster- und Tragantgebüsche; ihre Blätter sind verkümmert, um die verdunstende Fläche auf ein Minimum einzuschränken, und in Dornen umgebildet, um sich gegen den Angriff der wilden Esel und Pferde zu vertheidigen; denn die Steppe ist die Heimath der Dornsträucher, von denen die biblischen

Schriften so oft reden. Während der glühendheißen, regenlosen Sommerzeit ist die Steppe völlig ausgebrannt; nur die weithin kriechenden Ranken der Wassermelonen, Koloquinten und Kürbispflanzen besitzen die Kraft, aus dem Steppenboden Saft in Fülle zu saugen und ihn in den harten Schalen ihrer Riesenfrüchte vor der ausdörrenden Luft zu wahren. In unterirdischen Zwiebeln, Knollen und Wurzelstöcken erhält sich, wie unter der Asche schlummernd, der Funke des Pflanzenlebens; durch die Herbstregen wird er wieder angefacht; wie mit einem Zauberschlage verwandelt sich die Steppe in wenig Tagen in einen Blumengarten, den die schönsten Arten von Krokus, Iris, Hyacinthen, Narzissen, Tulpen, Kaiserkronen, Lauchharten, Lilien, Zeitlosen, Orchideen in allen Farben des Regenbogens schmücken; der strenge schneearme Winter unterbricht bald das Leben, bis der Frühling aufs neue einen schnell vergänglichen Blumenflor ins Dasein ruft.

Zwischen Schwarzem Meer und Aralsee und dann weiter nach Osten, wohl 700 Meilen weit, dehnt sich die Salzsteppe aus, deren Boden von aufschießenden Salzkrystallen wie frischgefallener Schnee glänzt; er trägt nur graugrüne Tamarisken, aromatische Beifußstauden und gegliederte Saftgewächse aus der Verwandtschaft der Runkelrübe und des Buchweizens: Salsolaceen und Polygonaceen; ein bizarres Gebüsch bildet in der Kirgisensteppe der Saxaul mit plumpem, mannesstarkem Stamm und grünen, blattlosen Ruthenzweigen;[38]) noch höher schießen im Zeitraume weniger Wochen gigantische Doldengewächse empor, die in ihren Wurzelstöcken aromatische Heilsäfte bereiten.[39]) Im Osten lagern Rhabarberstauden auf dem Boden einen Kranz kreisrunder Riesenblätter mit ausgezacktem Rande, in deren Mitte sich die mächtigen Blüthenrispen in pyramidaler Gruppirung erheben.

In der Steppe gedeiht keine Kultur; sie ist den Nomadenstämmen preisgegeben, die in ruhelosem Umherziehen sich von der Milch und dem Fleisch ihrer Heerden ernähren und von hier aus-

schwärmend sich oftmals über die gesegneten Gefilde nach Ost und West ergossen haben. Nur wo tief eingeschnittene Flußthäler die Möglichkeit künstlicher Bewässerung bieten, da erscheinen mitten in der Steppe, wie Oasen in der Wüste, auf schwarzem Boden die fruchtbarsten Getreidefelder, die sich schon in uralter Zeit zu blühenden Kulturmittelpunkten entwickelten; wo das Wasser ganz fehlt, geht die Steppe in todte Wüste über, wie sie im Osten von Centralasien sich über unbegrenzte Hochflächen ausbreitet.

VIII.

Auch in Nordamerika umsäumte einst der nordische Urwald das Ufer eines unermeßlichen Grasmeeres, das im Osten des Felsengebirges von den Quellen des Missouri und dem Winipegsee etwa unter dem 52. Grad, bis nahe an die Mündungen des Mississippi unter dem 30. Grad reichte; hier boten Büschel- und Büffelgras[40]) den Heerden wilder Wisentrinder unbegrenztes fettes Weideland und den kaum minder wilden Indianerhorden offenes Jagdrevier, wo hohe Syngenesistenstauden, Astern, Beifuß, Goldruthe und Sonnenrose den Blüthenflor lieferten. Heutzutage wird der Ocean der Grassteppe, die hier den Namen der Prairien trägt, von den Weizenfluren mehr und mehr eingedämmt. Im fernen Westen, in dem weiten Becken zwischen Felsen- und Schneegebirge, beginnt die Wüste, in deren Mitte um den großen Salzsee die Kulturoase von Utah aufgeblüht ist.

Im Süden der Prairien, in der Thalebene des Mississippi, erscheint wieder das Wald- und Kulturland der Südstaaten, das bis an den Atlantischen Ocean sich erstreckt; es trägt die Physiognomie der Mittelmeervegetation. Maisfelder, Baumwollen- und Zuckerplantagen durchbrechen die lichten Waldungen, wo unter eigenartige Eschen, Linden, Rüstern und Eichen mit abfallendem Laube auch immergrüne Lebenseichen, Oliven-, Lorbeer- und Amberbäume sich mischen: von ihren Aesten hängen die silbergrauen Bärte des spani-

schen Mooses meterlang herab, das der Bartflechte unserer Gebirgswälder ähnlich, doch eine Verwandte der Ananas ist.[41]) Königin dieser Wälder ist die Magnolie mit fußlangen glänzenden, dem Gummibaum ähnlichen Blättern und großen weißen, duftigen Blüthenkelchen; seit langer Zeit ist sie die Zierde italienischer Gärten geworden.[42]) Stammlose Sabalpalmen und hochstämmige, 10—12 Meter hohe Palmettopalmen erinnern an das Zwergpalmengestrüpp der Mittelmeerküste; die mediterranen Strandkiefern werden durch die Küstenwälder der Gelbkiefer vertreten.[43]) Auf dürrem Boden herrschen die Kaktuspflanzen, die Agaven und die Palmlilien, die auf hohem, oft gegabeltem Stamme eine kuglige Krone starrer, schwertförmiger Blätter und aus deren Mitte einen pyramidalen Strauß weißer Lilienglocken entfalten;[44]) sie vertreten die auf die Tropen der westlichen Halbkugel beschränkten Dracänen und Pandanen.

Palmlilie, Baumlilie (Yucca gloriosa).
Nach einer Photographie von Krull aus dem Breslauer botanischen Garten.

Selbst der Sumpfwald der toskanischen und pontinischen Maremmen wiederholt sich in den schaurigen, von Alligatoren bewohnten Cypressensümpfen. Das Delta des Mississippi ist in einer Ausdehnung von mehr als 700 Quadratmeilen von mächtigen Urwäldern bedeckt, die fast ausschließlich

von einer einzigen Nadelholzart gebildet werden, der Sumpfcypresse;[45]) ihre Riesenstämme erheben sich kerzengerade zu 40 bis 45 Meter Höhe; bis zu 24—26 Meter schaftrein, breiten sie erst dann ihre sturmzerzausten, mit spanischen Moosschleiern behängten, schirmähnlichen Aeste aus, die mit zartgefiederten, im Herbst sich röthenden und dann abfallenden Nadelzweigen besetzt und so dicht unter einander verflochten sind, daß kein Sonnenstrahl durchzudringen vermag. In dem steter Ueberschwemmung von Seiten des gewaltigen Stromes ausgesetzten Moorboden sind sie durch ihre wagerecht hinkriechenden, dann lothrecht in die Tiefe dringenden und mit knolligen, spitzkegelförmigen Auswüchsen versehenen Wurzeln so fest verankert, daß selbst die stärksten Wirbelstürme sie nicht niederlegen können. In den Lagunen erhebt die Nelumbo, eine Verwandte der indischen Lotosblume, ihre großen trichterartigen Blätter und ihre prachtvollen gelben Nymphäenblüthen hoch über das Wasser. Im Winter völlig kahl, bieten diese Wälder ein Landschaftsbild, das von unseren Nadelwäldern völlig abweicht und uns wie ein Ueberbleibsel der Vorwelt anmuthet, deren Untergang in der That die virginische Sumpfcypresse überlebt hat.

Immergrüne Eichen und Lorbeerbäume,[46]) abwechselnd mit immergrünem Buschland und Grassteppen, beherrschen die Physiognomie des Tieflandes von Kalifornien, das ein eigenes Florenreich darstellt; denn die Felsengebirge ziehen in der Vertheilung der Pflanzen eine ähnliche scharfe Grenze zwischen Ost und West, wie sie in Europa zwischen Nord und Süd durch den Hochgebirgswall gebildet wird, der von den Pyrenäen und den Alpen bis zum Balkan sich hinzieht.

Auch in der südlichen Halbkugel breitet sich die baumlose Grassteppe durch das Gebiet der Argentinischen Staaten aus, vom Wendekreis des Steinbocks bis zum 50. Grad; sie gleicht in der Regenzeit einer unendlichen Wiese, die in schiefer Ebene westwärts langsam gegen die Hochgebirgskette der Anden aufsteigt und,

der Kultur unfähig, nur von verwilderten Schafen, Rindern und Pferden und von nomadischen Gauchos durchschweift wird; zugleich mit den Heerden haben sich europäische Disteln und Artischocken eingebürgert und den einheimischen Blumenflor oft verdrängt. Weite Flächen sind von der Salzsteppe eingenommen, die von graugrünen Salsolaceen bewohnt ist; nur in den Flußthälern zeigen sich Waldungen, in denen die laubabwerfenden Bäume über die immergrünen vorherrschen; Mimosenbäume und immergrünes Gesträuch von Körbchenblüthern verleihen ihnen einen fremdartigen Charakter; eine zwergartige Kokospalme reicht bis zum 35. Grad S. Br.

IX.

Das südliche Ufer des Mittelmeeres begrenzt die subtropische Zone, der bereits Andalusien und Sicilien angehören und die in der westlichen Riviera zwischen Hyères und S. Remo nordwärts bis zum 44. Grad vordringt; südwärts reicht sie bis zum Wendekreis. Sie ist ein Uebergangsgebiet, in welchem die nordischen Pflanzengeschlechter, die uns noch bisher begleiteten, allmählich verschwinden und durch neue Formen, die immer zahlreicher aus dem Tropengürtel heraufkommen, mehr und mehr verdrängt werden; den größten Theil ihres Gebiets nimmt die Wüste ein. Im nördlichen Afrika ist die eigentliche Heimath der Dattelpalme; ihre Wälder begrenzen das nördliche Ufer der Sahara, die den tropischen Sudan von den afrikanischen Mittelmeerländern trennt; wo ihre Wurzeln das Grundwasser in den tieferen Wadis erreichen können, da tauchen mitten in der Wüste die inselartigen Oasen auf; denn mit Recht sagt von der Palme der Araber, daß sie ihr Haupt im Feuer des Himmels, ihren Fuß im Wasser habe. Auch salzliebende Tamarisken, Lotosbäume mit süßer Frucht, hohe Oschur- und Suaksträucher, fleischige Chenopodiaceen, dornige Disteln und blattloses Knöterich- und Ginstergebüsch fristen ihr Leben in der Wüste, wo die Temperatur zu Zeiten auf die den meisten Pflanzen tödtliche Höhe von 50°

Dattelpalme (Phoenix dactylifera).
Palmenhain am Nil zur Zeit der Ueberschwemmung.

steigt, jahrelang kein Regentropfen vom Himmel fällt und doch weiten Flächen der Graswuchs von zähem Halfa- und Klettengras nicht fehlt, der den Kameelen zur Weide dient.[47])

Westwärts dehnt sich die Sahara bis an den Atlantischen Ocean, gegen dessen Ufer sie zwischen dem 20. und 30. Grad N. Br. steil abstürzt; darüber hinaus liegen die atlantischen Inseln, Azoren, Madeira, die kanarische Gruppe; sie bilden kleine selbstständige Florenreiche, welche zwar die Charaktere der subtropischen Vegetation tragen, aber aus eigenthümlichen Arten zusammengesetzt und durch Einwanderung aus den benachbarten Kontinenten von Afrika und Europa bereichert worden sind. Ihre Physiognomie ist bestimmt durch eine herrliche Farnvegetation, die schon am Meeresstrande beginnt, durch immergrünen Lorbeerwald, der mit Preiselbeer- und Heidebäumen, Lorbeerkirschen und Stechpalmen gemischt ist[48]); das hohe Gebüsch besteht aus immergrünen Rosenblüthern, Glockenblüthern, Doldengewächsen und anderen Familien; auf den dürren Lavafeldern finden zahlreiche Saftgewächse (Crassulaceen) noch ihre Nahrung, deren bläuliche oder kupferfarbene Rosetten den modernen Teppichbeeten erwünschtes Material liefern;[49]) zwischen ihnen steigen fleischige Wolfsmilcharten, dem amerikanischen Säulenkaktus täuschend ähnlich, sechs Meter hoch in aufrechten, kandelaberartig verzweigten Pfeilern auf.[50]) Doch wird die eingeborene Flora mehr und mehr durch die eingewanderten Kulturpflanzen verdrängt, unter denen Kochenillekaktus, Zuckerrohr, Bananen, Kürbisbäume u. a. tropischen Charakter tragen; im Aussterben begriffen sind auch die uralten Drachenbäume dieser Inseln; ihr starker Stamm verzweigt sich stockwerkartig in schief aufsteigende Gabeläste, jeder mit einem Kapitell von langen Schilfblättern gekrönt, aus deren Mitte eine schlanke Rispe von Spargelblüthen sich entwickelt.[51])

Gegen Osten streicht die Sahara nach Lybien bis zum Mittelmeer; von da setzt sie sich, das Rothe Meer überschreitend, in den

Wüsten von Syrien, Arabien und Persien bis an die Mündungen des Indus fort und geht ohne scharfe Grenze nordwärts in die ungeheure Steppe von Centralasien über. Nur von zwei großen Flußthälern wird die Wüste in nordsüdlicher Richtung durchbrochen; das

Drachenbaum (Dracaena Draco).
Größter und ältester Baum zu Icod (Tenerife). Nach einer Photographie im Besitz von Prof. Chun.

eine, Aegypten, hat — dank den regelmäßigen Ueberschwemmungen des Nils und seiner Geschichte, die trotz unaufhörlichen Dynastienwechsels doch das Land vor einer Barbarenüberfluthung behütet hat — die wunderbare Fruchtbarkeit seines schwarzen Marschbodens

bis in die Gegenwart bewahrt; aber durch eine mindestens sechs Jahrtausende umfassende Kultur hat es alle wilden Pflanzen verloren; seine Flora besteht ausschließlich aus Kulturgewächsen und Unkräutern, wovon die meisten mit denen Südeuropas übereinstimmen; doch deuten die Felder von Baumwolle, Indigo, Opiummohn, Sesam, Kolokasien u. a., die Haine von Dattelpalmen, Gummiakazien, Tamarinden und Sykomoren auf die Nähe der Tropen; eine hohe Fächerpalme mit gegabeltem Stamme, die Dumpalme, ist aus Nubien bis in die Nähe von Kairo vorgedrungen;[52]) dagegen sind einige der altägyptischen Charakterpflanzen, die einst Herodot anstaunte, vor allem der Lotos und die Papierstaude, zugleich mit Krokodil und Flußpferd, aus dem unteren Nil verschwunden.[53])

Das andere Flußthal, welches die Wüste durchschneidet und einst Sitz einer nicht minder alten und blühenden Kultur war, das der Schwesterströme Euphrat und Tigris, hat minder glückliches Loos gehabt; seine Bewässerungsanlagen wurden durch die Einfälle der aus der nahen Steppe hervorbrechenden Mongolenhorden zerstört; dadurch ist der einst durch seine unerschöpfliche Fruchtbarkeit berühmte Boden von Mesopotamien selbst zur Steppe geworden, die von Dornbüschen, Disteln und Beifußgesträuch bewohnt ist; sie wird nur durch Oasen unterbrochen, wo tropische und südeuropäische Kulturen wie in der ganzen subtropischen Zone sich berühren, Palmenhaine und Baumwollplantagen an Oliven-, Limonen- und Granatengärten angrenzen.

Am Saume der Wüste liegen andere uralte Kulturländer: Syrien, wo die palmenreiche phönizische Küste und das tief unter den Meeresspiegel sich senkende Jordanthal subtropischen, die Hochebenen von Palästina dagegen, soweit sie nicht Steinwüste sind, mit ihren Steineichenwäldern, ihren Olivengärten und Weinbergen Mittelmeercharakter tragen; endlich Persien, das an seinen Südküsten eine tropische Vegetation von Palmen und Mimosen, selbst

Mangrovewald trägt, während das Hochland eine Fülle der edelsten Blumen und Fruchtbäume hervorgebracht hat; wird doch in den südlich vom Kaspi-See aufsteigenden Berglanden die Urheimath der Damascener Rosen und der Lilien, der Cypressen und Platanen, der Nußbäume und der Edelkastanien, der Obstbäume und der Weinreben und vielleicht selbst die der wichtigsten Getreidearten vermuthet.

Ein besonderes Florenreich stellt das im äußersten Osten der centralasiatischen Hochwüste terrassenartig gegen das Stille Meer sich senkende China mit dem vorgelagerten Archipel von Japan dar. Im Norden durch das Amurland an die Flora von Südsibirien und Kamtschatka, im Süden an die von Indien angrenzend, ist es von beiden Seiten kolonisirt worden und verräth selbst eine uralte Verbindung mit der Flora von Kalifornien auf der entgegengesetzten Seite des Stillen Oceans. Dennoch nimmt das Reich der Mitte botanisch eine ebenso isolirte Stellung ein, wie politisch und kulturgeschichtlich; es übertrifft den europäischen Westen bei weitem durch die Mannigfaltigkeit und zum Theil auch durch die dekorative Schönheit seiner Gewächse. Die Wälder tragen im nördlichen China, der Mandschurei, in Korea und auf der Insel Jeso noch den Charakter der kälteren gemäßigten Zone, da ihre Laubbäume beim Nahen der strengen Winter ihre Blätter verlieren; doch bestehen sie aus eigenthümlichen Arten von Koniferen, Kastanien, Eschen, Ulmen, Linden, Ahornen, Nußbäumen; unter sie mischen sich Bäume aus tropischer Verwandtschaft, Gleditschien mit doppelt gefiederten Blättern, Götterbäume und Paulownien, deren prächtige Belaubung längst schon zum Schmuck unserer öffentlichen Anlagen verwendet wird.[54]) Im Frühling entfaltet die chinesisch-japanische Flora eine Blüthenfülle von unvergleichlichem Farbenglanz; unsere Gärten würden fast bis zur Mitte Mai blüthenleer sein, wenn nicht der ferne Osten uns die goldenen Blüthenzweige der Forsythien, die weißen oder rosa angehauchten Riesenblumen der Magnolien, die Feuer-

büsche der Azaleen, die gelben oder blauen Trauben kletternder Wisterien, die immerblühenden Monatsrosen, die in schneeweiße, scharlach- oder rosenrothe Blüthenpracht eingehüllten Aepfel-, Pfirsich- und Quittenbäume, die Kerrien, die Weigelien, die Deutzien, die baumartigen Päonien und hundert andere Schmuckpflanzen dargeliehen hätten. Im südlichen China und im größten Theile des Japanischen Archipels herrscht die immergrüne Baum- und Strauchvegetation, deren schönste Arten in die Gärten Italiens übergegangen sind, so die japanischen Mispelbäume, die duftigen Oelbäume, die Kamellien, die Dattelpflaumen, die Banks- und Theerosen, die Aucuben, die Pittosporen, die Liguster und Spindelbäume mit immergrüner, lorbeerartiger Belaubung. Schöngefiederte Firnißbäume liefern den kostbaren Lack, ein anderer Baum erzeugt Wachs, ein dritter Kampher; der Papiermaulbeerbaum gewährt in seinem Bast den Stoff zu dem unzerstörbaren japanischen, eine Aralie mit glänzenden handförmigen Blättern in ihrem weißen Mark das Material zu dem chinesischen Reispapier.[55]) Stattliche Fächerpalmen wiederholen die Zwergpalmenform des Mittelmeeres und Mexikanischen Golfs in stolzerem Wuchs; eine ganz fremdartige Physiognomie zeigen die steifen Fiederkronen der Cycadeen[56]) und die Gebüsche dicht verzweigter Baumgräser, deren schlanke Riesenhalme ebenso zum Bau der Häuser und Brücken, wie zu Fächern, Kästchen und hundert anderen Geräthschaften verarbeitet werden. Durchaus eigenartig sind auch die Koniferen; sie tragen theils die Form der Kiefer, Eibe oder Cypresse, theils erinnern sie an die Oleanderform oder gar, wie der Gingko mit den Büscheln langgestielter, im Herbst abfallender Fächerblätter an die Laubbäume.[57]) Den größten Antheil in den übervölkerten Ländern des Sonnenaufgangs hat der Ackerbau in Anspruch genommen; Reis ist das völkernährende Hauptgetreide. Eine unversiegliche Quelle nationalen Reichthums bleibt ihnen gewahrt, so lange der Theestrauch, der mit der Kamellie in das gleiche Geschlecht gehört, sich weigert, außerhalb ihres Gebietes das feine

Aroma zu entwickeln, das seine Blätter zu einem über die ganze Erde sich verbreitenden, von Jahr zu Jahr stärker begehrten Ausfuhrartikel gemacht hat; vom weißen Maulbeerbaum, der auch hier einheimisch und an den der Seidenbau gebunden ist, haben sie sich das Monopol seit länger als einem Jahrtausend schon entreißen lassen.[58])

X.

In der südlichen Erdhalbkugel gehören der subtropischen Zone jene Gebiete an, welche die Dreieckspitzen der drei südlichen Kontinente einnehmen, die Kapkolonien, Australien und Chile. Jedes dieser Gebiete ist ein selbständiges Florenreich. In Chile ist der Hochwald von immergrünen Buchen, Seifen-, Lorbeer-, Myrten- und Magnolienbäumen gebildet, auf deren Aesten Loranthen, Farne und Bromelien schmarotzen, und die von Lapagerien mit rothen Lilienblüthen lianenartig durchrankt sind; Baumgräser und immergrünes Gebüsch von Proteaceen, Myrten und Körbchenblüthern bilden das Unterholz, unter dem die Ananaserdbeere ihre großen saftigen Früchte reift; zierliche Fuchsien, gelbe Veilchen, getüpfelte Pantoffelblumen, hellblaue Meerzwiebeln und andere Prachtblumen schmücken es mit lieblichen Blüthen; die schönsten sind längst in unsere Gärten aufgenommen.[59]) Wie den deutschen Buchenwald die Edeltannen, so überragen den immergrünen Buchenwald Chiles Araukarien von 45 Meter Höhe, deren sparrige, schlangenartig ausgreifende Aeste von stachelspitzen Blättern starren; doch fehlen auch nicht die tropischen Formen der Mimosen, noch auch stattliche, zehn Meter hohe Fiederpalmen; die Flußufer sind vom Gebüsch der Humboldtsweide eingefaßt, und die dürren Steinwüsten von säulenartigen Kaktus- und Liliengewächsen bewohnt. Diese Flora setzt sich bis nach Feuerland in die gemäßigte Zone fort, wo der Buchenwald im Winter das Laub verliert.[60])

Ueberreich an Zahl der Arten und an Farbenpracht der Blumen, die mit der einförmigen Belaubung und dem Mangel genießbarer Früchte in auffallendem Kontrast steht, ist die Flora des Kap der guten Hoffnung; sie mag 10000 Arten umfassen, die ungesellig und zerstreut leben, und von denen viele auf eine einzige Schlucht beschränkt sind. Der Charakter des Küstenstrichs, der bis zu den Hottentottenbergen reicht, ist baumloses Heideland, wie es in Norddeutschland von der Spitze Jütlands in fast ununterbrochenem Zuge sich bis an die Mündung der Schelde zieht; aber die südafrikanische Heide wird nicht gleich der norddeutschen von einer einzigen,[61]) sondern von einem Gemisch von nahezu 400 verschiedenen Erikaarten gebildet; es sind Sträucher von einem bis zwei Meter Höhe, deren feinbenadelte Zweige an ihrer Spitze die zierlichsten weißen oder rothen Blüthentrauben entwickeln; in ihrer Gesellschaft befinden sich aromatisches Rautengesträuch und niedrige Büsche immergrüner, silberblättriger Proteaceen, deren lebhaft gefärbte Blüthenköpfe von honigliebenden Insekten umschwärmt sind. Zwischen dem Gebüsch wachsen strohblumartige Immortellen, Strickbinsen (Restiaceen), blaue Lobelien und rundblätterige Pelargonien mit feuerrothen Blumendolden. Der Sommerdürre widerstehen am besten die zahlreichen Fettpflanzen und Eiskräuter mit ihren dicksaftigen walzlichen Blattrosetten und den großen einfachen oder traubigen Blumen; doch nach dem Herbstregen erblüht aus unterirdischen Knollen und Zwiebeln ein prächtiger, aber schnell vorübergehender Blumenflor schöner Irideen, Amaryllideen und Orchideen. Die höheren Gebirgsterrassen nimmt niedriger Buschwald ein; er besteht aus immergrünen Akazien, Proteaceen, Myrten, Oelbäumen, Eisenholz und Lorbeerarten, gemischt mit cypressenähnlichen oder olivenblätterigen Koniferen, die zu mächtigen Stämmen erstarken. In den feuchten Schluchten der großen Flußthäler erreicht der Wald 10—15 Meter Höhe und wird von Weiden, Mimosen und Sumachbäumen gebildet; Encephalarten tragen auf unförmlichem Stamm aus der Mitte blau bereifter

starrer Fiederblätter einen gigantischen Fruchtzapfen; in undurchdringlichem Walddickicht bergen sich wilde Dattelpalmen, feingeschnittene Felsenfarne und hohe Strelitzien mit mächtigen, zweizeilig gereihten Bananenblättern und bunten papageienähnlichen Blüthen. Hier ist die Kalla heimisch mit ihren langgestielten Herzblättern und den goldigen Blüthenkolben in schneeweißen Scheiden. Die Gewässer sind von den schwimmenden Stengeln des Palmettoschilfs oft derart vollgestopft, daß das Wasser dadurch sich aufstaut. Dann breiten sich unabsehbare Grassteppen aus, die im Sommer ausbrennen; weite Strecken bewohnt ganz allein der kleine Rhinozerosbusch, ein Körbchenblüther mit heideähnlicher Benadelung. In Felsenspalten vegetiren neben Portulaken, Fett- und Eiskräutern auch kaktusähnliche Krötenblumen und gabeläftige Aloebäume; fleischige Wolfsmilchgewächse bilden einen Wald prismatischer, an den Kanten mit Dornen be-

Encephalartos Lehmanni aus Kaffrarien.
Nach der Photographie eines im Garten der Villa parva (San Remo) stehenden und jährlich Fruchtzapfen tragenden Baumes im Besitz von Frau Baronin von Hüttner.

setzter und in Kandelaberform verzweigter Pfeiler bis zu 15 Meter Höhe. Aus den schildkrötenähnlichen Riesenknollen der Elephantenfußwinde sprießen dünne schlingende Stengel nach Art der Stechwinden hervor.[62]) Nach Nordwesten setzt sich die Karroo fort in die Hochebene der Kalahariwüste, die Sahara des Südens, die zwischen 20° und 30° S. Br. nur zerstreutes Dorngebüsch von Akazien, säulenförmigen Wolfsmilcharten, auf feuchterem Boden auch stachelige Wassermelonen und selbst Graswuchs trägt; ihr wunderbarstes Erzeugniß ist die Welwitschia mirabilis, welche aus mächtigem, in der Erde vergrabenem Knollenstock ein Paar lederartiger, zwei Meter langer Riemenblätter auf dem Boden ausbreitet, an deren Grunde scharlachrothe tannenzapfenähnliche Fruchtrispen stehen.

Fruchtzapfen für Encephalartos Lehmanni. Nach einer Photographie von Krull. 1/6 nat. Größe.

Australien bildet in seiner Hauptmasse ein großes, in sich abgeschlossenes subtropisches Florenreich von außerordentlichem Reichthum eigenthümlicher Gewächse; denn von den etwa 12 000 Arten, die es ernährt, sind beinahe 6/7 in keinem anderen Theile der Welt zu finden. Nur im Norden hat es durch Einwanderung aus der malayischen und melanesischen Inselwelt einen tropischen Charakter angenommen; hier begegnen uns Fächer- und Fiederpalmen, unter denen eine schlanke Kokospalme in den Gewächshäusern, die breitschirmige Livistone (Latanie) dagegen auch als beliebte Zimmergenossin bei uns Aufnahme gefunden haben; ihnen gesellen sich Araukarien, Cycadeen, Pandanen, Feigen-, Cederholz-, Affenbrot- und Wollbäume von tropischer Herrlichkeit.

In das ungeheure Gebiet des mittleren und südlichen Australien theilen sich die Salzwüste, das Buschland und der Parkwald oder die Waldsavanne. Gleich Südafrika für den Ackerbau weniger geeignet, gewährt es für die Viehzucht desto günstigere Bedingungen; wie

Baumfarnwald vom St. Vincentgolf, Südaustralien.
Nach einer Photographie im Besitz von Dr. Reinecke.

jene, ist es ein Land der Blumen, bietet aber keine einzige nährende Frucht.[63]) Von märchenhaftem Reiz, wie eine Landschaft der Urwelt, sind die Wälder der Baumfarne in den feuchten Küstenabhängen von Südaustralien, wo Cyatheen, Alsophilen, Dicksonien auf sechzehn bis zwanzig Meter hoher, überschlanker Säule ein Kapitell spitzen-

artig fein gefiederter Riesenwedel tragen, während zwischen ihnen die plumpen, nur meterhohen Stöcke der Todea verwitterten, mit Farnkraut bewachsenen Felsblöcken gleichen. Sonst wird der Hochwald von einem einzigen immergrünen Baumgeschlechte aus der Familie der Myrten, von den Eukalypten gebildet, von denen der hochverdiente Erforscher von Australiens Pflanzenwelt, Baron Ferdinand

Australischer Parkwald.
(Eucalyptus.)

von Müller, 100 Arten beschrieben hat. Die Eukalypten stehen in weiten Abständen, ohne Unterholz, so daß der Boden zwischen ihnen sich in der Regenzeit mit dichtem, blumenreichem Grasteppich bedeckt, der unzähligen Schafheerden zur Weide dient; der kurze Blüthenflor wird von Knollen- und Zwiebelgewächsen, Orchideen und Hamaedoraceen, reizbaren Stylidien und Goodenien gebildet; häufig sind zierliche, fleischfressende Droseraceen und die Schlauchpflanze Cephalotus; durch leuchtende Farben zeichnen sich die weißen,

gelben, rosa Immortellen aus. Eingestreut sind wunderliche Kasuarbäume (Casuarina) — ähnlich Schachtelhalmbüschen, welche aus den Aesten und Zweigen eines Baumstammes herabhängen. Eine durchaus eigenthümliche Form der Waldsavanne sind die Grasbäume, die auf drei bis fünf, ja selbst zehn Meter hohen, oft gabelig verzweigten Stämmen dichte Büschel langer Grasblätter, ähnlich den Pampasgräsern, tragen, so daß hier Grasrasen auf dem Gipfel von Baumstämmen zu wachsen scheinen.[64])

Australischer Grasbaum (Xanthorrhoea Preissii).

In den wasserlosen, doch bodenfeuchten Flußthälern der Creeks erheben die raschwüchsigen Stämme der Eukalypten sich zu kolossaler Höhe; die Mandeleukalypten überragen alle Bäume der Welt, so daß sie mit ihren Wipfeln die höchsten Bauwerke, die Cheopspyramide und die Kölner Domthürme, beschatten könnten; aber ihre Blätter sind starr, lederartig, blau bereift, säbelförmig mit der Schneide nach oben gerichtet, so daß sie den sengenden Sonnenstrahlen keine Angriffsfläche darbieten und daher auch in der heißesten Sommerglut nur wenig Wasser verdunsten; dafür sind diese Wälder auch schattenlos.[65]) Nach der Regenzeit brechen aus den Aesten Reihen großer Blüthen hervor, wo an Stelle der Blumenkrone, die wie eine Kappe abgeworfen wird, Büschel langer scharlachrother Staubfäden die befruchtenden Insekten anlocken. Auf magerem Boden wird der Eukalyptuswald strauchig und erreicht gewöhnlich nur sieben bis zehn Meter Höhe; er ist hier mit stacheligen Myrten und Akazien gemischt, die den Eukalypten durch die buntgefärbten Staubfadenbüschel und die starren, messerartigen Blätter ähnlich werden.

Dürr und kulturfeindlich ist der australische Busch (Scrub),

ein undurchdringliches Dickicht von immergrünem, mannshohem Gesträuch, das aus mannigfaltigen Gewächsen, meist Akazien, Proteaceen, Myrten und Rautengewächsen besteht; alle mit steifer, silbergrauer, glanzloser Belaubung, die an Olive, Oleander und Myrte, oder auch an die Benadelung des Heidekrauts erinnert. Erst beim Blühen lassen sich die einzelnen Gattungen unterscheiden; sie zeichnen sich sämmtlich durch üppige Fülle kopfig gehäufter, lebhaft gefärbter, aber duftloser Blumen aus; besonders zierlich sind die bunten Trauben der Epacrideen mit ihren erikaähnlichen Blüthenglöckchen. Die Salzwüste von Australien ist von grauen Saftgewächsen aus der Familie der Salsolaceen, der Amaranthe und Knöteriche, von Dorn- und Ginsterbüschen bewohnt; sie trägt die nämliche Physiognomie, wie in Centralasien und anderen Wüstenlandschaften.

XI.

Wenn wir die Wendekreise überschreiten, treten wir ein in das Gebiet der heißen Zone, die zu beiden Seiten des Aequators die Erde an ihrem größten Umfang in ununterbrochener Ausdehnung von 47 Breitegraden umspannt. Sie läßt einen mittleren Gürtel unterscheiden, der sich 5—10° vom Aequator gegen Nord und Süd entfernt und von den Meteorologen als Kalmenzone, von den Pflanzengeographen als Aequatorialzone bezeichnet wird; von da bis zu den Wendekreisen reichen die beiden eigentlichen tropischen Zonen. Diese stehen unter der Herrschaft der Passate, die ein- oder zweimal im Jahre den regelmäßigen, vom Stande der Sonne bedingten Wechsel einer regenlosen und einer Regenzeit herbeiführen. Im Kalmengürtel dagegen bewirkt der stetige, senkrecht aufsteigende Luftstrom scheinbare Windstille und tägliche Gewitterregen; ein Wechsel der Jahreszeiten findet hier nicht statt; der wärmste und der kälteste Monat, ja der heißeste und der kälteste Tag des ganzen Jahres zeigen kaum größere Wärmeunterschiede, als sie innerhalb 24 Stunden zwischen Mittags- und Nachttemperatur auftreten.

An der Aequatorialzone mit ihrer gleichmäßigen Wärme von 25—30° und ihren täglichen Regengüssen finden sich die günstigsten Bedingungen für das Pflanzenleben vereinigt, wie wir sie in unseren Palmen- und Orchideenhäusern künstlich nachzuahmen suchen; hier entfaltet sich ohne Unterbrechung eine immergrüne Vegetation in solcher Ueppigkeit, daß sie Luft, Wasser und Erdboden völlig in Beschlag nimmt, und der Mensch gegen ihre Ueberfülle um so schwieriger aufzukommen vermag, als über dem schwülen Urwald tödtliche Malaria brütet. So verhält es sich in den Stromgebieten des Orinoko und Amazonas, in Ceylon, Malakka, den Sundainseln, den Philippinen, Neuguinea, Kamerun, Congo und dem afrikanischen Sudan, dessen Flora ohne deutliche Grenze bis zum südlichen Wendekreise sich fortsetzt.

Zur tropischen Zone dagegen gehören in der nördlichen Halbkugel Nubien, Abessinien, Südarabien, Ost- und Westindien, Centralamerika, Südmexiko, die Sandwichsinseln; in der südlichen: Deutsch Ost- und Westafrika, Madagaskar, Nordaustralien, Polynesien, Peru und der größte Theil von Brasilien; hier erleidet während der regenlosen Jahreszeit der Pflanzenwuchs eine Hemmung, die dem Menschen die Möglichkeit zur Bewältigung der Natur gewährt, aber in wasserarmen Gebieten völligen Stillstand herbeiführt, so daß die Bäume während des Sommerschlafs ihr Laub abwerfen, wie bei uns im Winter; dadurch wird die Bildung blumenreicher Wiesen oder Waldsavannen begünstigt, wo parkartig zwischen hohem Grase vereinzelte Bäume oder lichte Waldmassen stehen; und es fehlt selbst nicht an Wüsten, in denen, wie in Mexiko, nur bedornte Kaktusgewächse, kupferfarbige Crassulaceen, hochstämmige Palmlilien, Yucca, Fourcroya und Agave gedeihen.

Die große Ausdehnung der heißen Zone, die Mannigfaltigkeit der Vertheilung von Land und Wasser, Ebene und Gebirge hat auch in ihrer Flora große Verschiedenheiten zur Folge und verlangt die Vertheilung in mehrere Florenreiche; vor allem ist das

Tropengebiet der alten und der neuen Welt botanisch geschieden. In beiden Erdhälften lassen sich dann zwischen den Wendekreisen wieder eine Anzahl Provinzen abgrenzen, deren jede der Mittelpunkt einer selbständigen Entwickelung eigenthümlicher Pflanzenformen gewesen ist; selbst einzelne Inseln, wie Madagaskar, die Maskarenen, die Seychellen bilden eigenartige Florenreiche. Wir müssen uns hier darauf beschränken, die gemeinsamen Züge dieser Wunderwelt anzudeuten.

Gleichwie die heiße Zone in der Thierwelt die größten Säuger, Vögel, Saurier, Schlangen, Käfer, Schmetterlinge u. s. w. beherbergt, so ernährt sie auch die Riesen des Pflanzenreichs. Ihre Bäume übertreffen die unsrigen auch in der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Gattungen und Arten; doch kommen sie ihnen zumeist an Schönheit des Wuchses nicht gleich; besitzen sie auch oft weit gewaltigere Stämme, weit größere Blätter, leuchtendere Blüthen, so tragen sie doch meist ihr immergrünes glänzendes Laub büschelig gehäuft an den kandelaberartigen Auszweigungen der Wipfel, so daß man, von unten nach dem Astwerk hoch hinaufschauend, Blätter, Blüthen und Früchte kaum zu Gesicht bekommt. Unter dem Schirm des Hochwaldes gedeiht dann noch ein niedrigerer Wald schattenliebender Baumgeschlechter, der selbst wieder ein Gebüsch von Sträuchern und krautigen Pflanzen beschattet. „Wenn die Hochwälder in unseren Breiten den Eindruck der säulengetragenen Hallen eines gothischen Domes machen, so gleichen sie in jenem feuchtwarmen Klima vielmehr überfüllten Treibhäusern, in welchen das Einzelne nur unvollkommen zur Anschauung gelangt.“ [66])

Viele Pflanzenfamilien, die bei uns in der Zwergform der Kräuter stecken bleiben, erheben sich hier zur Baumgestalt und betheiligen sich am Aufbau des Urwaldes. Der Familienkreis der Malven, bei uns durch bescheidene Unkräuter vertreten, erscheint schon am Mittelmeer in stattlichen Gebüschen, die mit rosenähnlichen Blüthen prangen,[67]) in der heißen Zone entwickelt er sich zu

Riesenbäumen mit seidenglänzenden, fächerförmigen oder gefingerten Blättern, nach Art der Aralien oder Roßkastanien; in ihre Verwandtschaft gehören die Boabab, die Charakterbäume des afrikanischen Sudan, „die Mastodonten des Pflanzenreichs.“ [68]) Ihr mastiger, aufwärts verjüngter Stamm schwillt bis zu sieben und acht Meter Durchmesser auf, während die von gewaltigen, horizontal geschwungenen Aesten getragene Krone kaum die dreifache Höhe erreicht; in der heißesten Jahreszeit verlieren sie das Laub und stehen dann kahl; das Alter solcher Baumkolosse kann nur durch Vergleichung mit jüngeren Stämmen auf mehrere Jahrtausende abgeschätzt werden, da der Holzkörper der tropischen Bäume zwar mit dem Alter an Dicke stetig zunimmt, aber keine deutlichen Jahresringe absetzt. [69]) Zur Malvenverwandtschaft gehört auch der Kakaobaum mit lorbeerähnlichem Laube, dessen fußlange goldrothe Früchte, wie bei vielen Tropenbäumen, aus dem nackten Stamme hervorbrechen, und der gigantische Wollbaum, von dessen Wurzeln breite Holztafeln senkrecht bis zur Mitte des tonnenartig aufgeschwollenen Stammes hinaufwachsen, und in dessen Fruchtkapseln die Samen in weiße, seidenartige Wolle gehüllt sind. [70])

Die Verwandten unserer Brennnessel erscheinen unter der heißen Sonne der Wendekreise in einer Fülle der stolzesten Baumgeschlechter. Unserer Maulbeere entspricht die kopfgroße, stärkereiche Brotfrucht, die in Gestalt einer riesigen Kugel an den Zweigen eines hohen Baumes mit großen, eichenähnlich gebuchteten Blättern heranreift; ihr verwandt ist der Upasbaum von Ostindien und den Sundainseln, dessen Milchsaft tödtliches Pfeilgift liefert, und der 40 Meter hohe Kuhbaum von Guatemala, aus dessen angeschnittener Rinde süße Milch hervorquillt. [71]) Das verwandte Geschlecht der Feigenbäume ist in Südeuropa nur durch die seit dem frühesten Alterthum überall angepflanzte und auch verwilderte, süßfrüchtige Art vertreten, deren schlangenartig hin und her gekrümmtes hellgraues Geäst die handförmig gelappten Blätter im Herbst von sich

wirft; in Aegypten und Oſtafrika entwickelt es ſich zur Sykomore, die auf 15 Meter hohem Stamm eine 50 Schritt im Durchmeſſer erreichende Schirmkrone von rundlich herzförmigen, im Sommer abfallenden Blättern trägt.[72]) Im tropiſchen Aſien und Amerika aber wird das Geſchlecht der Feigen in ſeinen 600 Arten gigantiſch; zu ihm gehören die Gummibäume, die ſelbſt in den ſchwächlichen Pfleglingen der Zimmerkultur durch ihre immergrünen, fußlangen, ſpiegelnden Blätter imponiren; in den heißen feuchten Urwäldern ihrer indiſchen Heimath ſenken ſie aus Stamm und Aeſten Bündel von röthlichen gitterartig verwachſenen Wurzeln herab.[73]) Verwandte Arten umſchlingen mit ihren Luftwurzeln fremde Baumſtämme, auf deren Rinde ihre kleinen, von Vögeln ausgeſtreuten Samen gekeimt ſind; anfangs feſtgeklammert an ihren Baum, leben ſie als Epiphyten gleich unſeren Mooſen und Flechten, bis ihre Luftwurzeln in den Boden ſich eingeſenkt haben und dann, zu einem weitmaſchigen Netz feſt verwachſend, den Träger und Pfleger ihrer Kindheit in ihrer einſchnürenden Umarmung erſticken.

Brotbaum (Artocarpus incisa).
Nach einer Photographie im Beſitze von Dr. R. Sandberg.

Ein solcher Baumwürger ist auch die Banyane von Hindostan; die treueste Beschreibung dieses Pflanzenkolosses hat vor 22 Jahrhunderten in seiner „Naturgeschichte der Pflanzen" Theophrastos gegeben, der ihn durch den indischen Feldzug Alexanders kennen gelernt hatte: „Es ist ein gewaltiger Baum mit kreisrunder Krone und von riesigem Durchmesser, er bedeckt mit seinem Schatten einen Raum von zwei Stadien (250 Schritt); der Umfang des Stammes beträgt meist 40, manchmal 60 Schritt; die Blätter haben die Größe und Gestalt von Schilden, die süße Frucht dagegen ist klein wie eine Kichererbse. Aus den ungeheuren, wagerecht ausgebreiteten Aesten senken sich jährlich Wurzeln in den Boden, die nur durch die rauhe Behaarung, die bleichere Farbe und den Mangel der Blätter sich von den Aesten unterscheiden und allmählich selbst zu Stämmen werden; sie bilden, wie durch Kunstgärtnerei gepflanzt, einen Laubengang um den Hauptstamm; unter ihrem Schatten, wie unter einem Zelte, halten sich die Hirten im Sommer auf; unter ihm können selbst Reiterschwadronen sich lagern." Der durch die Jahrtausende ununterbrochen fortsprossende Riesenbaum erscheint den Brahmanen als ein Sinnbild der ewig schaffenden Naturkraft, als ein lebendiger Tempel Brahmas; die Verehrer des Buddha haben einen anderen Feigenbaum, die der Schwarzpappel ähnliche Asvatha, geheiligt und vor ihren Tempeln angepflanzt.[74])

Die Familie der Wolfsmilch, die bei uns auf kurzen Ruthen schmale Blättchen trägt, erscheint im tropischen Amerika in lorbeerblättrigen Waldbäumen, aus deren Milchsaft Kautschuk gewonnen wird; zu ihr gehört auch der durch Meyerbeers „Afrikanerin" berühmt gewordene, in den Antillen einheimische Manzanillabaum mit apfelartigen Giftfrüchten.[75]) Die Familie der Rubiaceen wird bei uns nur durch eine Pygmäengruppe repräsentirt, die durch dünne vierkantige Stengel mit fast nadelartig schmalen Blattquirlen leicht erkennbar, den Waldmeister, das Labkraut und die Färberröthe als die bekanntesten Mitglieder aufweist; in den Tropen

gehören zu ihr über 4000 Arten, alle mit paarweise gegenübergestellten lederartigen, immergrünen, länglich runden Blättern aus-

Banyane von Hindostan (Ficus bengalensis).
Aus den wagerechten Aesten senken sich zahlreiche Luftwurzeln zur Erde, die zu Säulenstämmen erstarken.
Nach einer Photographie im Besitz von Dr. Reinecke.

gestattet, die meisten zu mächtigen Waldbäumen entwickelt; zwei unter ihnen, die in Ostafrika einheimischen Kaffeebäume und die

aus den südamerikanischen Anden stammenden Bäume der Chinarinden haben sich der ganzen Welt unentbehrlich gemacht.[76])

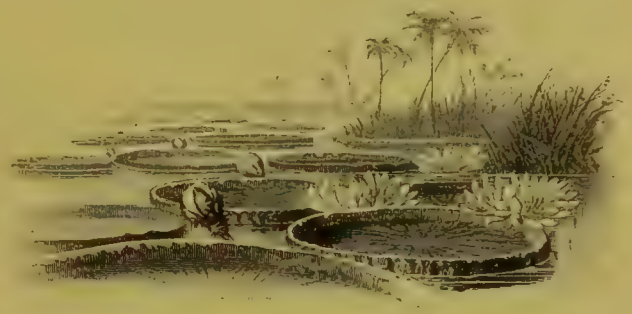
Die Hülsengewächse halten sich bei uns in den bescheidenen Dimensionen des Klee und der Wicke, höchstens erheben sie sich zu dem niedrigen Gebüsch der Ginster- und Besensträucher; in den Tropen sind sie die Könige des Urwaldes, bald mit zarterem, einfach gefiedertem Laube nach Art der Robinien, bald mit dunkler, immergrüner Belaubung nach Art der Johannisbrodbäume, denen wir schon an den Gestaden des Mittelmeeres begegneten; bald in wiederholter Fiedertheilung der reizbaren Blätter gestalten sie sich zur zierlichsten Mimosenform, durch deren spitzenartig durchbrochene Schirmkronen der blaue Himmel hindurchschaut; von ihren Zweigen hängen an korallrothen Stielen üppige rothe, weiße, goldgelbe Blüthentrauben herab, die zu klafterlangen Hülsen heranreifen.

Die Halme der Gräser, die auf unseren Wiesen zu weichem Rasen sich gesellen, schießen in den feuchten Niederungen der Tropen innerhalb drei bis vier Monaten 20, 30, ja 40 Meter hoch empor und treiben aus den Knoten dichte, in eleganten Bogen sich neigende Quirle von Aesten und Zweigen mit langem, weidenähnlichem Laube, so daß sie hohen Trauerweiden gleichkommen; nach dem Blühen, das allerdings nicht alljährlich eintritt, geht der Bambuswald, der keine andere Vegetation zwischen sich aufkommen läßt, ebenso schnell wieder zu Grunde, wie er aufgeschoßt war.

Der Igelkolben, ein unscheinbares Sumpfgewächs, das bei uns an dünnem, grasartig beblättertem Stengel zierliche Blüthenköpfchen bildet, ist der zwergige Vertreter der stolzen Pandanen, deren Stamm, wiederholt gegabelt, an der Spitze jedes Astes einen mächtigen Busch blaugrüner, in drei regelmäßigen Schraubenzeilen geordneter, am Rande dornig gesägter Schwertblätter von drei bis vier Meter Länge trägt, zwischen denen entweder schneeweiße, duftigen Blüthenstaub ausströmende Rispen oder goldige Fruchttrauben herabhängen: um das Gewicht der schweren Kronen zu ertragen, stützt sich der

Baum auf ein Gerüst stelzenartiger Luftwurzeln, die aus dem Stamm hervorbrechen und ihn in weitem Umkreis umgeben.[77]) Aehnlich den Pandanen, doch noch eleganter, ist der Wuchs der Dracaenen und Cordylinen, die wir als die Baumform des Spargels betrachten können; ihre weicheren und dichteren Kronen von bläulichgrünen oder purpurrothen Schilfblättern haben sich in unseren Zimmergärten überall Eingang verschafft.

Auch unsere Wasserrose wird unter den Tropen gigantisch; an ihre Stelle treten große gelbe, rothe, blaue, weiße Lotosblumen; zu ihnen gehört auch die königliche Victoria, die ihre kreisrunden Blätter gleich Riesenschilden auf den stillen Gewässern der südamerikanischen Waldströme schwimmen läßt, zwischen denen in der Abenddämmerung die rosigweißen Blumen auftauchen.



Victoria regia vom Amazonasstrome.

Dazu die Unzahl der Bäume, Sträucher, Kräuter, zu denen die nordische Flora nicht einmal die bescheidensten Vertreter stellen kann, die Mahagoni-, Farbholz- und Cederholzbäume der Antillen, die Ebenhölzer von Afrika und Ostindien, die Zimmet- und Gewürzbäume Indiens, die Dipterocarpeen, Sapindaceen, Sapotaceen, Anonaceen und wie alle diese Familien heißen. Vor allen die Palmen, in ihren 1000 Arten die wahren Charakterbäume der Tropenwelt, die einst Linné, der Hoheit ihres Wuchses huldigend, nicht wagte in die 24 Klassen seines Systems einzureihen, sondern sie als ein besonderes Fürstengeschlecht (Principes) an die Spitze des Pflanzenreiches voranstellte. In der That ist in den Palmen das Ideal pflanzlicher Grazie, elastischer Kraft und erhabener

Hain von Kokospalmen (Cocos nucifera) an der samoanischen Küste.
Nach einer Photographie im Besitz von Dr. Reinecke.

Majestät verkörpert: sei es, daß sie auf schlanker Säule das Kapitell der Fiederblätter gleich einer Krone von Riesenfedern in anmuthig geschwungenen Kurven ausstrahlen, wie die Dattel- und Kokospalme, die Königspalme der Antillen, die Kohlpalme Brasiliens oder die afrikanische Oelpalme; sei es, daß sie auf schief aufsteigendem Schafte die gigantischen Blattfächer ausbreiten, wie dies die Palmyra von Indien oder die Delebpalme des Sudan, die Livistona oder Latanie des tropischen China und Nordaustraliens, die Weinpalme des Orinoko thun; sei es, daß sie in geselligem Wachsthum zu stundenlangen Waldbeständen sich vereinen, wie die Dattelpalme und die Dumpalme der afrikanischen Oasen, oder die Kokospalme, deren Haine die Inselgestade Ozeaniens umsäumen, oder daß sie zwischen die Laubbäume zerstreut über deren Wipfel ihre schwankenden Kronen 36, ja 50 Meter hoch erheben, und „einen Wald über dem Walde bilden", wie die Wachspalme der Anden.[78]) Der Hoheit des Wuchses entsprechen nicht die kleinen unscheinbaren gelbgrünen Blüthen, die freilich zu tausenden in meterlangen Büscheln vereinigt sind; bei der indischen Schirmpalme blüht der Stamm nur ein einziges Mal, nachdem er aus der Mitte der Fächerkrone eine riesige Blüthenrispe getrieben, und stirbt erschöpft dann ab; bei den meisten Palmen brechen alljährlich am Grunde der Blätter die Blüthenzweige in abwärts geneigtem Bogen hervor und reifen Früchte von mannigfaltigster Gestaltung, trockene und saftige, von der Größe der Kirsche bis zur doppelten eines Menschenkopfes, in denen fett- und ölreiche, oft aber auch elfenbeinharte Samen eingeschlossen sind.[79])

Unter den krautigen Gewächsen der Tropen gebührt der erste Rang der Familie der Bananen, den Musaceen; ihre saftgrünen, länglichen, bis zu sieben Meter langen Riesenblätter, die nur zu leicht vom Winde in quere Fetzen zerrissen werden, breiten sich in eleganten Bogen vom Gipfel eines hohen Scheinstammes aus, der in Wirklichkeit nur durch die um einander gerollten Blattscheiden ge-

bildet wird, während die lebhaft gefärbten Blüthentrauben und die aus ihnen hervorgehenden Büschel nahrhafter gurkenähnlicher Früchte

Schirmpalme, Talipotpalme (Corypha umbraculifera), Indien.
Nach Entwickelung der ungeheuren Blüthenrispe stirbt die Schirmpalme ab.

sich abwärts herunterbeugen; die schönste unter ihnen ist die Ravenala von Madagaskar, die auf hohem palmenähnlichem Scheinstamm eine ungeheure Fächerkrone von über 30 zweizeilig gestellten Blattwedeln

aus einander faltet. Allgemein bekannt geworden ist die Form der Bananen durch die majestätische Ensete, die aus Abessinien in unseren öffentlichen Anlagen eingebürgert worden ist; doch auch die be=

Madagassischer Baum der Reisenden (Ravenala madagascariensis). In den Blattscheiden sammelt sich trinkbares Wasser, das auch aus den Blattstielen ausfließt. Nach einer Photographie aus dem botanischen Garten in Buitenzorg.

scheideneren Formen, wie sie die Blumenrohre: Heliconia, Canna und Maranta von Amerika, die Gewürzschilfe: Ingwer, Kardamom, und Kurkuma von Indien zeigen, verleugnen nicht den Adel der Familie.

Im tropischen Urwald sind die Aeste und Zweige der verschiedensten Bäume so unter einander gekreuzt, daß kaum ein Streifen des Himmels zwischen dem dicht gewölbten Laubdach sichtbar wird und das hoch oben von den spiegelnden Blättern zurückgeworfene Tageslicht nur eine grüne Dämmerung verbreitet. Als böte die Erde nicht Raum genug, so wurzeln allerorts auf den Stämmen und Aesten unzählige Schmarotzerpflanzen oder Epiphyten, welche die nackte Borke mit fremdartigem Blatt- und Blüthenschmuck bekleiden: Farne lassen ihre lichtgrünen Wedel in feinem Gefieder oder in breiten wallenden Bändern aus allen Ritzen der Rinde hervorquellen; andere Arten gleichen einem vogelnestartigen Korbe oder gar einem Elennsgeweih, das an den Baum geheftet ist.[80]) Kletternde Araceen klammern sich mit ihren Luftwurzeln fest und entfalten kolossale, oft metallisch schimmernde oder buntgefleckte Pfeilblätter; seltener sind diese am Rande ausgebuchtet oder in der Fläche durchlöchert, wie sie das aus Mexiko stammende Philodendron (Monstera) unserer Zimmergärten zeigt. In Indien wurzeln auf den Baumstämmen mannshohe Büsche feurigblühender Alpenrosen, Heidelbeersträucher, ameisenliebende Myrmecodien oder Gesneraceen mit buntgemalten Lippenblumen; in Amerika marmorirte Begonien, Kakteen, Tillandsien und andere der Ananas verwandte Bromeliaceen,

Geweihfarn (Platycerium grande), Philippinen.
Mit schildförmigem Schuppenblatte an Bäume sich anheftend. Nach einer Photographie von Krull aus dem Breslauer botanischen Garten.

die aus starrer, bläulich bereifter Blattrosette goldgelbe oder scharlachrothe Blüthentrauben entwickeln. Vor allen sind es die duftenden, farbenreichen Orchideen, die in unglaublicher Mannigfaltigkeit der Gestaltung sich mit einem Netzwerk grauer Luftwurzeln an den Stämmen des Urwaldes festklammern und sie mit einem phantastischen Blüthenflor überschütten. Selbst auf der zarten Oberhaut der Blätter siedelt sich fremdartiges Leben von Algen, Flechten und Moosen an, wie bei uns auf der Rinde der Baumstämme. Die modernde Humusdecke des Erdbodens ist von zahllosen Stauden und Blüthengesträuch verhüllt, zwischen denen große Pilze von bizarrer Gestalt und gigantische, auf den unterirdischen Wurzeln festgesaugte Schmarotzerblumen ohne Stengel und Blätter hervorbrechen. Und als dürfte kein Raum unbenutzt bleiben, so spannt sich quer durch die Luft, gleich dem Takelwerk eines Schiffes, ein dichtes Netz von braunen, schwarzen, grünlichen Stricken und Fäden in allen Stärken aus, hier kraus durch einander gewirrt, dort in dicke Zöpfe schraubig verflochten, bald straff und geradlinig vom Boden nach den hohen Wipfeln gezogen, bald in schiefen Bogen von einem Baum zum anderen herabfallend, als seien sie für die Seiltänzerkünste der Affen hergerichtet. Nur hoch oben werden schön geformte, meist herzförmige Blätter und leuchtende, weiße, blaue, rothe Blüthen in allen möglichen Formen und Größen sichtbar; und die nackten Taue verwandeln sich in Blumenguirlanden, die von Ast zu Ast sich schlingen. Es ist ein unerschöpflicher Reichthum von Gattungen, die als Lianen den tropischen Urwald durchranken, oder mit Ranken oder Widerhaken sich an die Stützbäume anhängen: Winden, Pfefferreben, Schlingfarne, Baumgräser, Wachsblumen, Feigen, Banisterien, Paullinien, Bignonien u. a.; auf den Inseln des Indischen Oceans sind es Nepenthes, die an den Spitzen der Blätter große buntgefleckte, mit Wasser gefüllte Kannen tragen; in Amerika kommen hinzu Bougainvilleen mit großen rosa Blüthendecken, Aristolochien mit braungetupften, wunderlich verbogenen, pfeifenkopfähnlichen

Aristolochia elegans, Brasilien.
Nach einer Photographie von Krull aus dem Breslauer botanischen Garten.

Blumen von 40 Centimetern Durchmesser und Passifloren mit mystischen Purpurblüthen und saftigen, gurkenähnlichen Früchten. In Indien und im Sudan verschmähen selbst Pandanen und Palmen es nicht, rankenartig von einem Baum zum anderen zu klettern; die rohrartigen stacheligen Klimmstengel der Rottanpalmen schießen bis zu 160 Meter Länge auf und tragen an den Knoten in weiten Abständen mächtige Fiederwedel.[81]) So wird der Urwald zu einer lebendigen Pflanzenmauer verflochten, durch welche nur das Beil sich von Schritt zu Schritt Bahn bricht und durch die selbst die Tigerkatze nicht hindurchdringen kann.

Passionsblume (Passiflora).
Nach einer Photographie von Krull aus dem Breslauer botanischen Garten.

Selbst vom Meere aus ist der tropische Urwald unzugänglich; denn längs der Küste zieht sich überall ein breiter Saum undurchdringlicher Mangrovewaldung, belebt von zahllosen Affen, Papageien und Wasservögeln, die an den Krabben und Austern reichliche Nahrung finden, aber auch die Heimath von Giftschlangen, Moskitos und tödtlichen Miasmen. Die Mangrove-

bäume stehen im flachen Meereswasser auf starken Stützwurzeln wie auf Stelzen, während gleichzeitig aus ihren Aesten kräftige Luftwurzeln in den Schlamm sich einsenken, die über der Wasserfläche sich oft strahlig auszweigen und sich so auf dem Grunde der See verankern; ihre Samen keimen, während die Frucht noch am Baume hängt; wenn der Keimling, die Fruchtschale durchbrechend, seine Wurzel zu einer frei in der Luft hängenden, einen bis zwei Fuß langen Keule entwickelt hat, fällt er in Folge seiner Schwere herunter, spießt sich lothrecht in den weichen Schlamm und erwächst nun zu einem neuen Baum. Von den Mangrovewäldern am Arabischen Golf giebt Theophrastos und nach ihm Plinius eine anschauliche Beschreibung: „Dort erscheine der Strand zu Ebbezeit wie mit einem Wall von Bäumen umgürtet, welche im Wuchs die größten Pappeln und Platanen überragen, in der immergrünen Belaubung dem Lorbeer oder dem Erdbeerbaum, in ihren wohlriechenden Blumen der Viole gleichen; sie stehen auf ihren nackten Wurzeln wie der Tintenfisch auf seinen Armen, und obwohl sie zur Fluthzeit von den Wogen gepeitscht und von der wiederkehrenden See bis an die Wipfel bedeckt werden, so leisten sie doch unbeweglich Widerstand.“ [82])

XII.

Wir haben unsere Reise um die Erde nunmehr vollendet; aus der Zone der Polarblumen stiegen wir hinab zu dem arktischen Gürtel der Tundren und des Polargesträuchs; durch den subarktischen Nadelwald gelangten wir sodann in die kältere gemäßigte Zone mit ihren blattabwerfenden Laubwäldern; von der wärmeren gemäßigten Zone mit vorherrschend immergrüner Belaubung vermittelte die winterlose subtropische Zone mit lorbeer- und myrtenblätterigen Bäumen und Sträuchern den Uebergang zu der tropischen und Aequatorialzone, den Gebieten der Feigenbäume und der Baumfarne, der Lianen und Epiphyten, der Bananen und der Palmen.

Indem wir in rascher Folge die Wandelbilder der Erdvegetation vor uns vorüberziehen ließen, haben wir gleichzeitig einen Einblick gewonnen in die Geschichte der menschlichen Kultur. Denn auch der Mensch ist der Herrschaft der Sonne unterthan, so gut wie die Pflanze; und wenn ihm die Aufgabe gestellt ward, die ungebundene Natur zu bekämpfen und zu zähmen, so ist doch der Sieg ihm nur da möglich, wo Wind und Wetter günstig sind. Polar- und Aequatorialzone gewähren dem Kulturmenschen keine dauernde Heimath; sie wird nur von Jägern und Händlern durchstreift; das Steppen- und Buschland, möge es nun im Norden oder Süden sich befinden, ist das Reich der Nomaden; nur im Gebiete der Wälder und Wiesen ist die Möglichkeit des Ackerbaus und geordneten Staatslebens geboten.

Es ist eine alte Beobachtung, daß die Sonne der Kultur, gleich der des Himmels, im Osten aufgegangen ist. Während im frühesten Alterthum der Orient bereits im vollen Tageslicht der Geschichte daliegt, befindet sich Europa noch in tiefer Dämmerung und ist Amerika von undurchdringlicher Nacht verhüllt. Langsamen Schrittes wandert die Civilisation westwärts, von Asien nach Griechenland, von da nach Italien; unter der Römerherrschaft berührt sie den Atlantischen Ocean; erst vier Jahrhunderte sind vergangen, seit sie die neue Welt betreten. Erst in unserer Zeit hat die Kultur an den Gestaden Kaliforniens das Stille Meer erreicht, und nachdem sie über die Inselwelt der Südsee hinaus auch das gegenüberliegende Japan und China von neuem in ihre Bewegung gezogen, hat sie ihren Kreislauf um die Erde vollendet.

Aber gleichzeitig mit der Bewegung von Ost nach West zeigt die Kulturgeschichte noch eine zweite, von Süd nach Nord gerichtete Strömung, die der Betrachtung der pflanzengeographischen Zonen eine neue Bedeutung giebt. Keine Ueberlieferung giebt uns Kunde, in welchem Theile der Erde der Mensch als Schlußstein der Entwickelung der organischen Welt hervorgegangen; das Menschen-

geschlecht, gleich dem einzelnen Menschen hat aus seiner frühesten Kindheit keine Erinnerung bewahrt. Nur dunkle Spuren deuten darauf hin, daß in der Zone der Palmen und Bananen, die in ihren Urwäldern noch heutzutage die dem Menschen am nächsten stehenden, anthropomorphen Affen beherbergt, der Mensch die ersten Schritte gethan hat, um aus dem Zustande des wilden Naturlebens sich zu edlerer Gesittung emporzuarbeiten.[83]) Zwar unsere ältesten Nachrichten über Staatenbildung und höhere Kulturzustände weisen auf die subtropische Zone, auf China, Indien, Mesopotamien und Aegypten. Doch ist nach dem Glauben des Alterthums die Kultur Aegyptens erst aus dem tropischen Aethiopien, nordwärts im Nilthal dem Lauf des Flusses folgend, vorgedrungen; auch die uralten Kulturstätten von Babylonien, Assyrien und Phönizien sind lange vor der Einwanderung semitischer Stämme von einem vorhistorischen Volke begründet worden, dessen ursprüngliche Wohnsitze in der heißen Zone lagen und das von dort aus auf dem Rothen Meere nordwärts gezogen ist. Aus den Gefilden des Nildelta wandert dann ein kleiner Volksstamm nach Norden, den weltbewegenden Gedanken des einigen Gottes mit sich tragend; ein seebefahrendes Schwestervolk an der Ostküste des Mittelmeeres bringt die Schrift und mit ihr die Keime humaner Bildung nach Griechenland; erst jetzt ist die Weltgeschichte in die wärmere gemäßigte Mediterranzone eingetreten, die sie während des ganzen Alterthums nicht verläßt. Gegen das Ende der römischen Republik wagt sich die Kultur über die Alpen; mit dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung beginnen die Kämpfe zwischen den Zonen der immergrünen und der blattabwerfenden Laubwälder; das Ende des Mittelalters bezeichnet den Sieg der letzteren; seit Beginn der neueren Geschichte ist die kältere gemäßigte Zone in der alten und in der neuen Welt der eigentliche Schauplatz welthistorischer Bewegung und geistiger Fortentwickelung.

Aber wenn die Kultur unaufhaltsam in höhere Breiten gewandert

ist, so hat sie nach einander ihre alten Wohnsitze verlassen; die berühmtesten Stätten im Süden und Osten, wo große Geister einst Unsterbliches geschaffen, sind verlassen, viele zur Steppe oder Wüste geworden. So ist der Erdgürtel, den wir als den des weltgeschichtlichen Lebens bezeichnen, im Lauf der Jahrhunderte gleich breit geblieben und hat nur seine Lage verändert, dem Licht der Sonne gleich, die, wenn sie dem einen Lande Tag bringt, das bisher im Dunkel lag, dafür ein anderes in Nacht versinken läßt, das sie früher beleuchtet hatte.

Erläuterungen.

[1]) (S. 349.) Nach Garcke, „Illustrirte Flora von Deutschland," Berlin, 1895. Ein mit großer Sorgfalt ausgeführtes Charakterbild der deutschen Flora giebt das Buch von Drude „Deutschlands Pflanzengeographie," Stuttgart, 1896.

[2]) (S. 352.) Peschel, in „A. v. Humboldts wissenschaftlicher Biographie," herausgegeben von A. Bruhns, III., S. 197.

[3]) (S. 352.) Grisebach in „A. v. Humboldts wissenschaftlicher Biographie," III., S. 292.

[4]) (S. 352.) Vergl. die Vorlesung „Goethe als Botaniker," S. 110 und 146, Erl. 35.

[5]) (S. 361.) Die Aufstellung von acht pflanzengeographischen Zonen auf der Erde rührt her von Meyen, „Grundriß der Pflanzengeographie," Berlin, 1836.

[6]) (S. 363.) Schouw, „Grundzüge der allgemeinen Pflanzengeographie," aus dem Dänischen (1822) übersetzt vom Verfasser 1823.

[7]) (S. 363.) Grisebach, „Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung," 2 Bde., 1872; hier werden folgende Florenreiche oder Vegetationsgebiete aufgestellt: 1. Arktische Flora; 2. Waldgebiet des östlichen Kontinents; 3. Mittelmeergebiet; 4. Steppengebiet; 5. Chinesisch-japanisches Gebiet; 6. Indisches Monsungebiet; 7. Sahara; 8. Sudan; 9. Kalahari; 10. Kapflora; 11. Australien; 12. Waldgebiet des westlichen Kontinents; 13. Nordamerikanisches Präriengebiet; 14. Kalifornisches Küstengebiet; 15. Mexikanisches Gebiet; 16. Westindien; 17. Südamerikanisches Gebiet diesseit des Aequators; 18. Hylaea (Waldgebiet des Amazonenstroms); 19. Brasilien; 20. Flora der tropischen Anden Südamerikas; 21. Pampasgebiet; 22. Chilenisches Uebergangsgebiet; 23. Antarktisches Waldgebiet; 24. Oceanische Inseln.

Grisebach stellte sich die Aufgabe, die Eigenthümlichkeit der einzelnen Florenreiche aus dem Klima zu erklären. Exakte und gründliche Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Vegetation und Klima gab schon Alphonse Decandolle, „Géographie botanique raisonnée," Paris und Genf, 1855, 2 Bde.

[8]) (S. 363.) Engler, „Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt," Leipzig, 1879/82, u. a. a. O.

Drude, „Handbuch der Pflanzengeographie," Stuttgart, 1890.

*) (S. 366.) A. v. Humboldt, „Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse," Abhandlungen der Berliner Akademie 1806; Ansichten der Natur 1803, 3. Aufl., 1849.

A. Grisebach („Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung," I. S. 11 f.) giebt folgende physiognomische Klassifikation der Pflanzen: Er unterscheidet unter den Bäumen zunächst die der heißen Zone eigenthümliche Form des Säulenstammes mit einfachem Blätterkapitäl; hierzu gehören die Formen der Palmen, der Farnbäume, der Bananen, der Pandanen oder Baumlilien, der Grasbäume oder Xanthorrhöen und der dikotylen Clavijabäume (Theophrasta) u. a. Die verzweigten Baumgräser (Bambusen) bilden den Uebergang zu den uns vertrauten Baumformen mit verästelter Laubkrone; hier wird die Form der Nadelhölzer, der sommergrünen Laubhölzer (Form der Buchen, der Weiden, der Linden, der Ahorne, der Eschen und der Mimosen) und der immergrünen Laubhölzer mit starren lederartigen Blättern (Form der Lorbeere, der Oliven, der Eukalypten und der Gummibäume [Sykomoren]) unterschieden. Eigenthümliche Baumformen sind die von Luftwurzeln getragenen Kronen der Banyanen (Ficus indica) und Mangrove (Rhizophora).

Unter den Sträuchern werden die mit immergrünen Blättern (Form der Eriken, der Myrten, des Oleander und der Proteaceen) und die mit sommergrüner Belaubung (Rhamnus- und Sodadaform) unterschieden; hieran schließen sich die Formen mit unterdrückter Blattbildung (die Dornsträucher, die Ginsterbüsche und die Tamariskenform mit anliegenden Schuppenblättern); der letzteren entspricht unter den Bäumen die Cypressenform und die Casuarinenform. Eigenthümlich ist die Strauchform der Zwergpalmen und Cycadeen.

Unter den Kräutern werden die gewöhnlichen Stauden und Halbsträucher, zu denen die meisten unserer Blumen gehören, die Formen der wolligen Schimmelkräuter (Gnaphalium), der Immortellen (Helichrysum), der Zwiebelgewächse, der Blumenschilfe (Canna), der Aroideen, der Bromelien (Ananaspflanzen), der Farnkräuter, endlich die Gräser hervorgehoben, die selbst wieder in die Formen der Riedgräser, der Steppen-, Savannen-, Getreide-, Wiesen- und Rohrgräser vertheilt werden.

Besondere Formen stellen die fleischigen Gewächse (Chenopodeen, Agaven und Kaktusform), die Schlinggewächse (Holzlianen, Palmlianen, Winden und kürbisartige Schlingpflanzen), ferner die echten (mistelartigen) und die falschen Schmarotzerpflanzen (epiphytische Orchideen).

Von pflanzengeographischer Bedeutung sind unter den Zellkryptogamen die Formen der Laubmoose und der Erdflechten. Zuzufügen sind noch die Formen der Süßwasserpflanzen (die Form der schwimmblätterigen Wasserrosen, der untergetauchten Najadeen) und unter den Meerespflanzen die Formen der Seegräser (Zostera) und der Tange (grüne, rothe und braune Algen).

[10]) (S. 368.) Schneealge, Haematococcus nivalis. Vergl. Abb. S. 334.

[11]) (S. 369.) Empetrum nigrum, Rauschbeere; Rhododendron lapponicum, Lapplands Alpenrose.

[12]) (S. 369.) Andromeda polifolia, tetragona, hypnoides; letztere äußerst zierliche Art ähnelt einer Selaginella oder einem großen Moose. Nahe verwandt ist Phyllodoce coerulea.

[13]) (S. 370.) Torfmoos, Sphagnum; Widerthon, Polytrichum.

[14]) (S. 370.) Die verbreitetsten Erdflechten sind die Rennthierflechte, Cladonia rengiferina, eine wichtige Nahrung für arktische Thiere und Menschen, und die isländische Flechte, Cetraria islandica; beide Arten sind auch in Mitteleuropa auf ebenen und Bergheiden gemein.

[15]) (S. 371.) Mamura, Moltebeere, Rubus Chamaemorus; unter den Orchideen Coeloglossum viride, Chamaerepes alpina und die schöne Calypso borealis; gelber Mohn, Papaver nudicaule; Eisenhut, Aconitum Napellus; Fingerhut, Digitalis purpurea; Baldrian, Valeriana officinalis.

[16]) (S. 371.) Kiefer, Pinus silvestris; Lärche, Larix sibirica; Fichte, Picea obovata; in Südsibirien Abies Pichta.

[17]) (S. 372.) „Sibirische Briefe," Leipzig, 1894, S. 16.

[18]) (S. 372.) Gagelstrauch, Myrica Gale.

[19]) (S. 373.) Rothfichte, Picea rubra; Weißfichte, Picea alba; Schwarzfichte, Picea nigra; amerikanische Lärche, Larix pendula; Balsamtanne, Abies balsamea; Hemlocktanne, Tsuga canadensis; weiße Ceder, Lebensbaum, Thuja occidentalis; Rothceder, Juniperus virginiana; Weymouthkiefer, Pinus Strobus; letztere hat ihren deutschen Namen von Lord Weymouth, der sie 1706 in Europa eingeführt hat.

[20]) (S. 373.) Douglastanne, Tsuga Douglasii; Riesencypresse, Thuja gigantea; Mertenstanne, Tsuga Mertensiana; Sitchafichte, Picea Sitchensis; Nutkacypresse, Chemaecyparis nutkaensis.

[21]) (S. 374.) Stechpalme, Ilex Aquifolium.

[22]) (S. 374.) Geisblatt, Lonicera Perichymenum; Waldrebe, Clematis Vitalba; Hopfen, Humulus Lupulus; Zaunwinde, Convolvulus sepium; Schneeball, Viburnum Opulus.

[23]) (S. 374.) Weiße Wasserrose, Nymphaea alba; gelbe, Nuphar luteum; Teichlinse, Lemna; Wasserranunkel, Batrachium; Kalmus, Acorus Calamus; gelbe Iris, Iris Pseudacorus; Blumenbinse, Butomus umbellatus; Igelkolben, Sparganium; Pfeilkraut, Sagittaria; Schilf, Phragmites communis.

[24]) (S. 375.) Amberbaum, Liquidambar styraciflua; Sassafraslorbeer, Laurus Sassafras; Dattelpflaume, Diospyros virginiana; Giftsumach, Rhus Toxicodendron und typhina; Schusserbaum, Gymnocladus canadensis; Gewürzstrauch, Calycanthus floridus; Papaw, Asimina triloba; wilde Rebe, Vitis La-

brusca, vulpina, riparia, cordifolia; Kletterrose, Prärierose, Rosa virginiana, setigera; Bignonie, Tecoma (Campsis) radicans.

[25]) (S. 376.) Stachelwinde, Smilax; Mondblatt, Menispermum canadense: der blattartige Kaktus ist Opuntia Raffinesquiana.

[26]) (S. 378.) Lorbeer, Laurus nobilis; Myrte, Myrtus communis; Buchs, Buxus sempervirens; Erdbeerbaum, Arbutus Unedo und Andrachne; Lauruſtin, Viburnum Tinus; Lorbeerkirsche, Prunus Laurocerasus; Baumheide, Erica arborea; Oleander, Nerium Oleander. Ein hochstämmiger Lorbeerwald, wie er die Gehänge oberhalb Abbazia im nordöstlichen Eck des Quarnero ziert, gehört zu den Seltenheiten im Gebiet der Mediterranflora; der aromatische Duft eines solchen Lorbeerhains, der gewiß ebensogut Miasmen abwehrt wie die Eukalypten, läßt es verstehen, daß das Alterthum in den Lorbeerhainen das Heiligthum des Heilgottes Paean Apollon verehrte.

[27]) (S. 378.) Lentiskus, Pistacia Lentiscus; Knoppereiche, Quercus infectoria und coccifera.

[28]) (S. 379.) Zurgelbaum, Celtis australis; Hopfenbuche, Ostrya carpinifolia; Zorreiche, Quercus Cerris; Judasbaum, Cercis Siliquastrum.

[29]) (S. 379.) Steineiche, Quercus Ilex; Korkeiche, Quercus Suber und lusitanica.

[30]) (S. 379.) Acacia Farnesiana der Antillen, mit feinen doppelt gefiederten Blättern, wird wegen ihrer duftigen gelben Blüthenköpfchen in Italien und in der Provence angebaut und verwildert; Pistazie, Pistacia vera; Terebinthe, Pistacia Terebinthus; Pfefferbaum, Schinus molle (aus Südamerika); Johannisbrotbaum, Karube, Ceratonia Siliqua.

[31]) (S. 379.) Chamaerops humilis, Zwergpalme, ist die einzige in Europa einheimische Palme, die in Spanien und Süditalien am Meeresufer ein struppiges Gebüsch bildet. Vergl. S. 99 und Erl. 17, S. 142.

[32]) (S. 379.) Strandkiefer, Pinus Pinaster; Aleppokiefer, Pinus halepensis; Pinie, Pinus Pinea.

[33]) (S. 380.) Agaven finden sich u. a. in den Odysseelandschaften von Preller. Aehnliche Anachronismen begeht Goethe, wenn er in „Nausikaa" den Garten des Königs Alkinoos beschreibt:

„Die Pomeranze, die Citrone blüht
Im dunklen Laub; ...
Beschützt ist rings umher (der Garten)
Mit Aloe und Stachelfeigen."

Der Name Aloe gebührt nur den Liliengewächsen mit dicken fleischigen, bitter saftigen, in schraubige Zeilen gestellten Blättern und einseitig gewendeter, oft lebhaft feurig gefärbter Blüthentraube, deren Heimath das heiße Afrika und Indien ist; die fälschlich oft auch Aloe genannten Agaven, die vor der Ausbildung

ihrer riesigen Blüthenkandelaber von süßem, gährungsfähigem Safte strotzen, stammen aus dem warmen Amerika.

[34]) (S. 380.) Eucalyptus Globulus, Magnolia grandiflora, Eriobotrya japonica.

[35]) (S. 380.) Agrumi ist der gemeinschaftliche Name für die zahlreichen Arten und Varietäten der Gattung Citrus: Limone, Citronat, Citrone, Bergamotte, Pomeranze, Mandarine, Apfelsine ꝛc.; reiche Sammlungen von Agrumen finden sich im Jardin des Hesperides zu Cannes und Nizza.

[36]) (S. 381.) Sollten auch einige dieser Gewächse, wie von botanischer Seite wahrscheinlich gemacht wurde, in den europäischen Mittelmeerländern ursprünglich einheimisch sein, so stammen doch, wie Victor Hehn zweifellos festgestellt hat, die in Kultur genommenen und durch diese verbreiteten Sorten gewiß nicht von einheimischen Wildlingen, sondern sind aus dem Orient eingeführt worden.

Daß die Dattelpalme (Phoenix dactylifera) zur Zeit der Homerischen Dichtungen in Griechenland noch ein Fremdling war, hat schon Victor Hehn aus der schönen Stelle in der Odyssee (VI. 162) geschlossen, wo Odysseus die Nausikaa mit der wunderbaren Palme vergleicht, die er einmal auf der Insel Delos gesehen habe. Dagegen berichtet der ältere Plinius in seiner Naturgeschichte XIII. 6, daß zu seiner Zeit Judäa durch seine Palmen berühmt sei, daß diese jedoch auch allenthalben in Italien zu finden seien, aber nur an der Küste von Spanien Früchte tragen und zwar herbe; süß würden sie erst in Afrika. Noch heute ist der große Palmenwald in Elche bei Alicante der einzige Ort in Europa, wo die Datteln reif werden; die süßen aber kommen aus Marokko: Es ist dies ein Beweis dafür, daß sich in den letzten zwei Jahrtausenden das Klima in Südeuropa nicht, wie vielfach ohne Grund behauptet wird, verändert hat.

[37]) (S. 382.) Berühmt ist das Federgras, Stipa pennata und capillata, das in versprengten Posten, vielleicht als ein Relikt vorhistorischer Perioden, bis nach Baden und dem Elsaß vorgedrungen ist.

[38]) (S. 383.) Saxaul, Haloxylon Ammodendron.

[39]) (S. 383.) Ferula Asa foetida, Ferula erubescens (Galbanum), Dorema Ammoniacum; Rhabarber, Rheum officinale, palmatum u. a. A.

[40]) (S. 384.) Büffelgras, Buchloe dactyloides; Büschelgras, (Mesquite) Bontelona oligostachys.

[41]) (S. 385.) Lebenseiche, Quercus virens; Oelbaum, Olea americana; Lorbeer, Persea carolineana; spanisches Moos, Tillandsia usneoides; die nach Entfernung der grauen Rinde zurückbleibenden schwarzen, borstenähnlichen Stengel kommen als „vegetabilisches Roßhaar" in den Handel.

[42]) (S. 385.) Magnolia grandiflora.

[43]) (S. 385.) Die Gelbkiefer (Yellow pine), Pinus ponderosa, bildet große

Wälder (Pino barrens) an den Ostküsten der südlichen Vereinigten Staaten, besonders in Florida.

[44]) (S. 385.) Palmlilie, Yucca; ähnlich sind auch die hochstämmigen Agaven des tropischen Amerika, welche die Gattung Fourcroya bilden.

[45]) (S. 386.) Sumpfcypresse, Taxodium distichum; Humboldt beschreibt einen uralten Baum dieser Art aus Montezumas Garten bei Oaxaca (Mexiko), dessen Stamm bei 120 Fuß Höhe 117 Fuß 10 Zoll im Umfang hatte. Bei den Amerikanern heißt das Taxodium kahle Cypresse (bald cypress), weil der Baum im Winter sein Laub verliert.

[46]) (S. 386.) Kalifornischer Lorbeer, Umbellularia californica; immergrüne Eiche, Quercus agrifolia; Goldkastanie, Castaniopsis chrysophylla.

[47]) (S. 389.) Lotosbaum, Zizyphus Lotos und Spina Christi; Oschur, Calotropis procera; Wüstenknöterich, Calligonum Caput Medusae; Wüstenginster, Retama Alkagi, Suak, Salvadora persica; Halfagras, Stipa tenacissima; Klettengras, Aristida pungens.

[48]) (S. 389.) Clethra arborea, Vaccinium maderense, Erica arborea, Prunus lusitanica, Ilex Perado.

[49]) (S. 389.) Echeveria, Sempervivum, Crassula, Kleinia.

[50]) (S. 389.) Euphorbia canariensis.

[51]) (S. 389.) Dracaena Draco. Der durch Alexander von Humboldt berühmt gewordene Drachenbaum von Orotava auf Tenerife, der schon bei der Entdeckung der Insel 1402 von den eingeborenen Guanches wegen seiner Größe verehrt wurde und einen Umfang von 15 m besaß, ist 1867 durch Sturm zerstört worden; gegenwärtig ist der größte Drachenbaum der auf S. 390 abgebildete von Icod, dessen Photographie ich meinem Freunde Professor Chun verdanke. Die Stämme der Drachenbäume nehmen alljährlich an Dicke zu, während die der Baumfarne und Palmen kein Dickenwachsthum haben und daher im Alter höher, aber nicht dicker werden.

Ueber die Vegetation der Kanarischen Inseln vergl. Christ „Eine Frühlingsfahrt nach den Kanarischen Inseln" und Hans Meyer „Die Insel Tenerife," Leipzig, 1896.

[52]) (S. 391.) Hyphaene thebaica.

[53]) (S. 391.) Als Lotos werden drei verschiedene Arten von Wassergewächsen bezeichnet, deren Blüthen im alten Aegypten zur Zeit der Ueberschwemmung aus dem Nil auftauchten. Die eigentliche ägyptische Lotosblume war Nymphaea Lotus, deren auf dem Wasser schwimmende Blätter und weiße, große, duftige Blumen denen unserer einheimischen Wasserrose, Nymphaea alba, ähnlich sind, die aber eine Wurzelknolle besitzt; als Symbol des heiligen Stromes schmückte die weiße Lotosblume die Bilder der Landesgottheiten, diente aber auch als Stirnzierde und Halsgehänge zur Toilette der Frauen. Vermischt mit ihr wuchs im Nil die himmelblaue Lotosblume, Nymphaea coerulea. Die rothe

Lotosblume, Nelambium speciosum, die in der indischen Mythe eine große Rolle spielt, ist erst seit der persischen Eroberung (525 v. Chr.), vermuthlich aus dem Euphrat, nach dem Nil verpflanzt worden, da sie in den älteren Denkmälern sich nicht dargestellt findet; zu Herodotos Zeiten wurde sie wegen ihrer großen mehlreichen Samen unter dem Namen „ägyptische Bohne" als ein allgemeines Volksnahrungsmittel kultivirt; auch die Samen der weißen und der himmelblauen Nymphaea wurden als Brotkorn benutzt. Noch am Anfang dieses Jahrhunderts waren die beiden letzteren, die in Afrika einheimisch sind, in großer Menge in den Gewässern von Unterägypten verbreitet; gegenwärtig sind sie nach dem oberen Nil zurückgewichen; der indische Lotos, als ein ausländisches Gewächs, ist längst nach seiner asiatischen Heimath zurückgekehrt. Vergl. Franz Woenig, „Die Pflanzen im alten Aegypten," Leipzig, 1886, S. 23 u. ff.

Auch Cyperus Papyrus, die ägyptische Papierstaude, hat sich nach dem tropischen Afrika zurückgezogen; eine Kolonie hat sich aus arabischer Zeit bei Syrakus erhalten. Die drei Meter hohen, dreikantigen, an der Spitze von einem Blattschopf und einem Büschel langer Fäden gekrönten Stengel der Papierstaude wurden im Alterthum der Länge nach in dünne Streifen gespalten, diese dicht neben einander gelegt und auf der Rückseite durch aufgeklebte Querstreifen befestigt; sie stellten nach dem Pressen die Rollen dar, die nur auf einer Seite beschrieben wurden. Der bekannte Fremdenführer von Syrakus, Politi, hat aus den Papyrusstauden des Flusses Anapo modernes Papier nach Art des antiken verfertigt.

[54]) (S. 392.) Gleditschia sinensis, Paulownia imperialis, Ailanthus glandulosa (Götterbaum).

[55]) (S. 393.) Rhus vernicifera, japanischer Lackbaum; Stillingia sebifera, chinesischer Wachsbaum; Laurus Camphora, Kampherbaum; Fatsia (Aralia) papyrifera, Reispapierbaum; Broussonetia papyrifera, Papiermaulbeerbaum.

[56]) (S. 393.) Chamaerops excelsa, Livistona chinensis (gewöhnlich Latania genannt) sind Fächerpalmen; von Cycas revoluta werden die großen Fiederblätter gegenwärtig bei uns allgemein als sogenannte Palmzweige zu dekorativen Zwecken, besonders bei Trauerfeiern, benutzt.

[57]) (S. 393.) Von den japanischen Koniferen ähnelt Sciadopitys der Kiefer, Cephalotaxus der Eibe, Cryptomeria der Cypresse oder Wellingtonie, Podocarpus dem Oleander; ganz eigenthümlich ist Gingko biloba.

[58]) (S. 394.) Theestrauch, Camellia Thea; Kamellia, Camellia japonica; Weißer Maulbeerbaum, Morus alba.

[59]) (S. 394.) Immergrüne Buche, Fagus obliqua, Dombeyi; Seifenbaum, Quillaja Saponaria; Ananaserdbeere, Fragaria chiloensis; Pantoffelblume, Calceolaria; Meerzwiebel, Scilla.

[60]) (S. 394.) Araucaria imbricata ist neben Libocedrus tetragona, Podocarpus und Fitzroya, die charakteristische Konifere von Chile. Jubaea spectabilis ist die Fiederpalme des Landes. Fagus antarctica ist eine laubabwerfende Buche.

[61]) (S. 395.) Deutschland besitzt außer dem gemeinen Heidekraut, Calluna vulgaris, noch drei Ericaarten, wovon die eine sehr seltene, Erica cinerea, auf den Westen, die zweite, Erica Tetralix, auf die Moore des Nordens, die dritte, Erica carnea, auf das südliche Bergland beschränkt ist.

[62]) (S. 397.) Kalla, Zantedeschia aethiopica; Palmettoschilf, Prionium Palmetto; Rhinocerosbusch, Elytropappus Rhinocerotis; Elephantenfußwinde, Testudinaria Elephantopus.

[63]) (S. 398.) Das einzige genießbare Obst bringt der sonderbare australische Kirschbaum, Exocarpus, der die Physiognomie einer Konifere besitzt und Früchte, ähnlich Kirschen, trägt, die aber den Kern auswendig haben.

[64]) (S. 400.) Kasuarbaum, Casuarina; Grasbaum, Xanthorrhoea.

[65]) (S. 400.) Der Mandeleukalyptus, Eucalyptus amygdalina, ist der höchste aller jetzt auf der Erde lebenden Bäume; die Länge der stärksten Stämme wurde auf 150 m, ihr Umfang auf 20 m gemessen. Eucalyptus globulus wird 130 m hoch; dieser schnellwüchsige Baum ist seit einigen Jahrzehnten wegen seiner aromatischen Ausdünstung, die man für ein Heilmittel gegen Sumpffieber hält, in allen der Malaria ausgesetzten Gegenden, nicht bloß der Mittelmeerländer, sondern auch in Asien und Amerika massenhaft angepflanzt worden. In dem strengen Winter 1893 waren in Italien die meisten Eukalypten bis in die Gegend von Rom erfroren.

[66]) (S. 403.) Grisebach, Vegetation der Erde II. 18. Lebendige Vegetationsbilder des tropischen Waldes im indisch-malayischen Gebiet giebt G. Haberlandt, „Eine botanische Tropenreise," Leipzig, 1895. Eingehende Studien über einzelne, besonders charakteristische Vegetationsformen der Tropen verdanken wir W. Schimper (Epiphyten), Schenk (Lianen), G. Karsten (Mangrove); vergl. A. F. W. Schimper, „Botanische Mittheilungen aus den Tropen," Jena, 1888—89.

[67]) (S. 403.) Hibiscus syriacus, häufig auch in Gärten für den Herbstflor angepflanzt; verwandt ist der Baumwollenstrauch, Gossypium herbaceum u. a. A.

[68]) (S. 404.) Nach Pierre Loti, Le Roman d'un Spahi.

[69]) (S. 404.) Boabab, Affenbrotbaum, Adansonia digitata; der lateinische Name des Baumes erinnert an den französischen Botaniker Michel Adanson (1727—1806), der in seiner Naturgeschichte des Senegal (1757) einen damals schon seit drei Jahrhunderten berühmten Baum dieser Art beschrieben hat. Eine zweite kolossale Art des Affenbrotbaumes (Adansonia Gregorii) wächst im tropischen Nordaustralien.

[70]) (S. 404.) Kakaobaum, Theobroma Cacao; der von Linné gegebene griechische Name der Gattung soll andeuten, daß Chokolade ein Trank für die Götter sei. Die Wollbäume (Eriodendron anfractuosum, Ceiba pentandra) gehören zu der Familie der Bombacaceae, die den Malvaceen sehr nahe steht.

[71]) (S. 404.) Der Familie der Brennnesseln (Urticaceae) ist nächst verwandt die Maulbeerfamilie (Moraceae); zu ihr gehören außer dem Maulbeer-

baum (Morus) auch der Brotfruchtbaum (Artocarpus), der Upasbaum (Antiares toxicaria), der Kuhbaum (Brosimum Galactodendron) und die Schaar der Feigenbäume (Ficus). Daß schon die Ausdünstung des Upasbaumes todbringend sei, ist ein Märchen.

[72]) (S. 405.) Süßfeige, Ficus Carica; Sykomore, Ficus Sycomorus.

[73]) (S. 405.) Gummibaum, Ficus elastica. Die Entwickelung der Luftwurzeln läßt sich an der ähnlichen Ficus rubiginosa aus Nordaustralien schon in Europa, in dem herrlichen, an kräftig entwickelten Tropenformen reichen Park von Monte Carlo beobachten.

[74]) (S. 406.) Banyane, Ficus bengalensis. Goeppert („Die Riesen des Pflanzenreichs," Berlin, 1869) berichtet von einer Banyane, die eine Waldinsel im Nerbudda für sich allein bildete und vor ihrer Beschädigung durch einen Orkan aus 1300 um den Hauptstamm gereihten Nebenstämmen und 3000 kleineren Luftwurzeln bestand; der Hauptstamm erreichte einen Durchmesser von 10 m. Vergl. Theophrast. Hist. plant. IV. 4. 4. — Asvatha, Ficus religiosa; Abbildung eines Blattes auf S. 285.

[75]) (S. 406.) Brasilianischer Kautschukbaum, Hovea; Manzanillabaum, Hippomane Mancinella.

[76]) (S. 408.) Kaffee, Coffea arabica, hat seine Heimath in Ostafrika und ist erst durch die Araber im 16. Jahrhundert in ihrem Vaterlande Yemen naturalisirt, seit Anfang des vorigen Jahrhunderts in alle tropischen Kolonien verpflanzt worden; eine Art mit größeren Früchten, Coffea liberica, ist in Westafrika zu Haus. Die Chinabäume führen ihren Namen nicht etwa nach dem Reich der Mitte; sondern dieser gehört der Sprache ihrer peruanischen Heimath (Quina-Rinde) an; der lateinische Name Cinchona erinnert an die Gemahlin des Vicekönigs von Peru, Gräfin Chinchon, die 1639 nach ihrer glücklichen Heilung vom Fieber den Gebrauch der Rinde in Spanien eingeführt haben soll.

[77]) (S. 409.) Igelkolben, Sparganium; Pandane, Pandanus; die verwandten Freycinetien gehören zu den kletternden Lianen. Die Familie der Pandanen fehlt im tropischen Amerika.

[78]) (S. 411.) Gleich der Agave, blüht auch die Talipotpalme (Corypha umbraculifera) nur einmal und stirbt dann; daher das sinnige Gleichniß in dem indischen Gedichte:

Aufgeblüht in meinem Herzen
Ist die Liebe übermächtig,
Und ich sterb' an dieser Liebe,
Wie die Palme an der Blüthe.

Die Fächerblätter der Talipotpalme werden in Indien in lange dünne Streifen geschnitten, in die mit dem Griffel Schrift eingeritzt und die in dieser Weise seit uralter Zeit als Schreib- und Briefpapier benutzt wurden.

[79]) (S. 411.) Dattelpalme, Phoenix dactylifera; Kokospalme, Cocos nucifera; Königspalme, Oreodoxa regia; Kohlpalme, Euterpe oleracea; Weinpalme, Mauritia vinifera; Oelpalme, Elaeis guineensis; Palmyra, Delebpalme, Borassus flabelliformis; Latanie, Livistona chinensis und australis; Dumpalme, Hyphaene thebaica; Wachspalme, Ceronylon andicola; Schirmpalme, Talipotpalme, Corypha umbraculifera; Steinkokos, Attalea Cohune; Elfenbeinpalme, Phytelephas macrocarpa.

[80]) (S. 414.) Vogelneſtfarn, Aspidium Nidus; Geweihfarn, Platycerium alcicorne und grande.

[81]) (S. 416.) Rohrpalme, Calamos Rottan; die langen, dünnen, klimmenden Stengel kommen als ſpaniſches Rohr in den Handel.

[82]) (S. 417.) Mangrovebaum, Rhizophora; beſchrieben in Theophraſtos, Hist. plant. IV. 7; Plinius, Hist. nat. XIII. 51. Aehnlich verhalten ſich Avicennia, Bruguiera u. a.

[83]) (S. 419.) Der lange vergeblich geſuchte Uebergang vom Affen zum Menſchen ſoll nach einer wiſſenſchaftlichen, 1894 in Batavia veröffentlichten Unterſuchung von Eugen Dubois in einem ſpät tertiären Knochenlager der Inſel Java aufgefunden ſein; eine Schädeldecke, Zähne und ein Oberſchenkel gehörten einem ausgeſtorbenen, aufrecht gehenden Geſchöpf von der Größe eines Mannes (1,7 m) an, das Dubois als Affenmenſch (Pithecanthropus erectus) bezeichnet; es ſtand nach den Ergebniſſen des internationalen zoologiſchen Kongreſſes zu Leiden (Sept. 1895), denen auch Virchow (Nation, Okt. 1895) beitritt, jedenfalls dem Menſchen weit näher, als der Gibbon (Hylobates) oder irgend ein anderer der jetzt lebenden menſchenähnlichen Affen.

Vom Meeresspiegel zum
ewigen Schnee.

Vom Meeresspiegel zum ewigen Schnee.

I.

Der Professor am Königlichen Pflanzengarten von Paris, Joseph Pitton de Tournefort, bestieg im Jahre 1700 als der erste Europäer den Berg Ararat; hierbei machte er eine überraschende Beobachtung. In den tiefen Thallandschaften hatte er eine immergrüne subtropische Vegetation beobachtet; am Fuße des 5036 Meter hohen Riesenberges zeigte sich die gewöhnliche Steppenflora der armenischen Hochebene; höher hinauf begegneten ihm die Pflanzen von Italien; als er noch weiter gestiegen, sah er sich umgeben von den Wiesen, den Eichen- und Buchenwäldern von Paris; dann erschien schwedischer Nadelwald, Tannen und Birken; und als er endlich dem in ewigen Schnee gehüllten Gipfel genaht war, erblickte er um sich die Alpenblumen von Lappland, die

nämlichen, die auch in den Schweizer Alpen und auf den Pyrenäen wachsen. [1])

Als im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts H. B. Saussure und L. Ramond ihre naturwissenschaftlichen Entdeckungsreisen bis in die damals noch unerforschte Hochgebirgswelt des Montblanc und der Pyrenäen auszudehnen wagten, machten sie die nämliche Beobachtung, daß mit der größeren Höhe auch die Vegetation sich ändere und der Flora nördlicherer Breiten ähnlicher werde.

Als nun am 23. Juni 1802 Alexander von Humboldt die Ersteigung des fast unter dem Aequator gelegenen Chimborazo unternahm und, bis zu einer Höhe von 5582 Metern gelangt, sich weiter als je vor ihm ein Mensch über den Meeresspiegel erhoben hatte, wurde ihm Gelegenheit geboten, die mit wachsender Höhe eintretenden Veränderungen der Vegetation im großartigsten Maßstabe zu beobachten. Da aber Humboldt es als Aufgabe des Naturforschers erkannt hatte, „in dem Drange der Erscheinungen das Beharrende aufzufinden", so bemühte er sich, jene Wandelungen der Gebirgsflora aus der Einwirkung des mit der Höhe sich ändernden Klimas zu erklären. Als er daher, noch während seines Aufenthalts in Quito (1802), seine Ideen über die der Anordnung der Pflanzen zu Grunde liegenden Gesetze in seinem Geiste zur Reife brachte, beschäftigte ihn vor allem das Studium der Temperaturveränderungen, welche aus der zunehmenden Erhebung über den Meeresspiegel sich ergeben. Hierfür boten die Anden von Südamerika, in deren Herzen er sich befand, ein um so günstigeres Forschungsfeld, als in der Aequatorialzone der Wechsel der Jahreszeiten wegfällt, der in nördlichen Breiten die Erkenntniß der von der Höhe über dem Meere bedingten klimatischen Veränderungen erschwert. Denn am Aequator ist der Unterschied von Sommer und Winter nicht bloß in der Tiefebene verschwunden, sondern auch im Hochgebirge; hier liegt über einem Gebiet ununterbrochenen Sommers ein solches mit ewigem Frühling, bis an der Schnee-

grenze das Reich des ewigen Winters anhebt. So konnte Humboldt in den Anden eine Reihenfolge von Höhenregionen feststellen, die sich durch die stetige Abnahme der mittleren Jahreswärme unterscheiden; mit diesen Regionen ließen sich diejenigen geographischen Zonen vergleichen, welche das nämliche Jahresmittel besitzen oder welche, wie er sich ausdrückte, unter derselben Isotherme liegen.

Mit dem Aufsteigen in höhere Regionen aber verminderte sich nicht bloß die Wärme, sondern es veränderte sich auch stetig die Vegetation. Humboldt leitete aus seinen vergleichenden Beobachtungen das allgemeine Gesetz ab, daß die Höhenregionen des Gebirges in ihrer Flora denjenigen pflanzengeographischen Zonen entsprechen, mit denen sie in der mittleren Jahrestemperatur übereinstimmen, daß mit anderen Worten durch die Wärmeabnahme in vertikaler Richtung die nämliche Anordnung der Pflanzen veranlaßt werde, wie in der Richtung vom Aequator zum Pol.

In den Gebirgen der Tropen erstreckt sich allerdings diese Uebereinstimmung meist nur auf die allgemeine Physiognomie der Flora, nicht auf die Gleichheit der Gattungen und Arten. So liegt Quito, das sich unter dem Aequator 3000 Meter über den Meeresspiegel erhebt, in der Isotherme von Nizza (15,6°); gleich diesem trägt es südeuropäische Kulturen und eine einheimische immergrüne Vegetation; doch ist letztere aus ganz anderen Arten zusammengesetzt.

In noch größerer Höhe freilich stellen sich auch größere Unterschiede heraus. Tambo de Antisana, das ebenfalls unter dem Aequator, aber 3782 Meter hoch gelegen ist, hat zwar die mittlere Jahrestemperatur (5,7°) mit Tambow in Rußland (53° n. Br.) gemein; aber hier wechselt mit einem Winter von — 9,1° ein Sommer von + 18,9° mittlerer Wärme, während in dem Karawanenhospiz von Ecuador der wärmste Monat (Februar) und der kälteste Monat (Juli) nicht mehr als 2,9° vom Jahresmittel abweichen.

Kein Wunder, daß die dürftige Vegetation von Antisana keinen Vergleich mit den Wäldern, Wiesen und Feldern der russischen Gouvernementsstadt aushält, in der auf einen furchtbar strengen Winter ein heißer Sommer folgt.

Anders liegen die Verhältnisse in dem gemäßigten Erdgürtel. Daß auch in unserer Zone die Temperatur des Gebirges in größerer Höhe gleichzeitig mit dem Luftdruck abnimmt, daß im Gebirge die Tage milder, die Nächte kühler, die Winde schärfer, Nebel und Regen häufiger sind, als in der Ebene, ist Jedermann bekannt, der in hochgelegener Sommerfrische Erquickung und Zuflucht vor den heißen Tagen gesucht und gefunden hat. Nicht als ob in der Höhe die wärmeerregende Kraft der Sonnenstrahlen sich vermindere; daß das Gegentheil stattfindet, weiß Jeder, der einmal auf der Wanderung über die Firnfelder der Alpen sein Gesicht der Sonne preisgegeben und die Folgen an der verbrannten und aufgesprungenen Haut noch wochenlang mit sich trägt; aber die Schattentemperatur der Luft, welcher die Wärme nicht direkt von der Sonne, sondern vom Erdboden mitgetheilt wird, ist um so niedriger, je größer die Höhe.

Auch fehlt unseren Bergen nicht der Wechsel der Jahreszeiten; auch im Gebirge verhüllt im Winter der Schnee die grünen Matten, die der Sommer mit Blumen schmückt; aber der Schnee fällt um so früher und bleibt um so länger liegen, der Frühling bricht um so später an, der Winter um so früher herein, je höher die Lage am Berge, ganz ebenso, als ob dieselbe sich in einer nördlicheren Zone befände. Daher wird auch die den Pflanzen für ihre Entwickelung gewährte Vegetationszeit in gleichem Verhältniß verkürzt, wenn wir uns in höhere Breiten oder in höhere Bergregionen begeben.

Wenn demnach das Klima unserer Hochgebirge dem des hohen Nordens ähnlich wird, so bleibt doch noch der Unterschied in der Länge der Tage bestehen. Denn im Gebirge ist die Dauer der

Tage die nämliche, wie in der Ebene, und sie wechseln mit längeren oder kürzeren Nächten; jenseits des Polarkreises dagegen, wo der Frühling erst im Juni seinen Einzug hält, beschreibt die Sonne während der Zeit der höchsten Pflanzenentwickelung nicht mehr einen täglichen Bogen, der beim Auf- und Niedergang den Horizont schneidet, sondern sie bewegt sich tage- und selbst monatelang am Himmel im Kreise, ohne jemals unter den Horizont zu sinken; hier genießt daher die Flora während ihrer ganzen Vegetationszeit ununterbrochenes Sonnenlicht, und die Nacht tritt erst ein, wenn mit der wachsenden Kälte auch das Pflanzenleben zum Stillstand gebracht wird. Freilich ist das Licht im Polarsommer nie so intensiv und kann daher nie mit der nämlichen Energie in den Pflanzen arbeiten, wie in südlicheren Breiten, da selbst um Mittag die Sonne nur einen niedrigen Stand erreicht.

So ergiebt also eine Vergleichung des Klimas in den Bergen mit dem im Norden neben vielem Uebereinstimmenden doch auch gewisse Verschiedenheiten, und es ist nicht möglich, für dieselben in einfachen Gesetzen einen Ausdruck zu finden. Nur annähernd richtig ist die Annahme, daß in der gemäßigten Zone die mittlere Jahrestemperatur in gleicher Weise sich um einen Celsiusgrad verringert, wenn man im Gebirge 150—200 Meter aufsteigt oder wenn man sich dem Pol um einen Breitegrad nähert. Denn nicht nur in verschiedenen Theilen der Erde zeigt das Gesetz der Wärmeabnahme größere oder geringere Abweichungen von dieser Regel; es verhält sich anders auf Hochebenen als auf isolirten Bergkegeln oder gar im Luftballon; anders in der Nähe des Meeres als im Innern der Kontinente; anders in höheren als in niederen Breiten. Ja sogar in derselben Region verhalten die verschiedenen Jahreszeiten sich verschieden; in der Regel ist die Temperatur des Winters weit gleichförmiger in Berg und Thal; wir müssen daher im Winter viel höher steigen, ehe wir die Temperatur um einen Grad abnehmen sehen; ja nicht selten ist es in der Höhe wärmer als

unten; es ist eine ganz allgemeine Erfahrung, daß in strengen Wintern oder auch nach Frühlingsfrösten die Obst- und andere Bäume in der Ebene erfrieren, während sie in höherer Lage verschont bleiben. Desto leichter können wir im Frühling die mit der Höhe abnehmende Temperatur an dem längeren Liegen des Schnees und an dem Zurückbleiben der Vegetationsentwickelung abmessen. Man nimmt an, daß der Frühling sich durchschnittlich auf je hundert Meter Steigung um etwa vier Tage verspätet, ebenso viel auch mit jedem höheren Breitegrade. Wollen wir daher eine Pflanzenart, z. B. den Roggen oder den Apfelbaum, in dem nämlichen Zustande der Entwickelung wiederfinden, den sie in der Ebene vor vierzehn Tagen erreicht hatten, so haben wir nur nöthig, diese Gewächse entweder 350 Meter höher im Gebirge oder in einer um drei bis vier Grad weiter nach Norden gelegenen Gegend aufzusuchen.

II.

Die Berge von Mitteldeutschland, ja fast alle mitteleuropäischen Gebirge erheben sich aus einer Tiefebene, welche vom Strande der Nord- und Ostsee südwärts allmählich bis zu etwa 200 Meter ansteigt; dann beginnt in mehr oder minder steiler Erhebung der Eintritt in die eigentliche Gebirgswelt, in der selbst die tiefsten Thalsohlen noch mindestens 300 Meter über dem Meere liegen. Hätten wir z. B. Mitte Juni einen Ausflug in das Riesengebirge unternommen, so würden wir bereits im Hirschberger Thalbecken (350—450 Meter) den Einfluß der größeren Höhe bemerken. In der Ebene hat das Getreide schon abgeblüht, die Linden beginnen ihre grüngoldenen, duftigen Blüthendolden zu öffnen, wir haben bereits die ersten Kirschen gegessen; hier ist die Vegetation um acht bis vierzehn Tage zurück; die Kornfelder stehen in voller Blüthe, selbst die Obstbäume blühen noch in höheren Lagen, und der Flieder schmückt noch mit seinen lilafarbigen Sträußen die Gärten.

Den größten Flächenraum nehmen jetzt die Wiesen ein; in der Ebene sind sie schon längst gemäht; hier ist das saftige Grün der Gräser noch durchwirkt von einer bunten Blumenfülle in einer Farbengluth, mit der die kostbarsten orientalischen Teppiche sich nicht vergleichen können; solch leuchtendes Gelb, wie es der Hahnenfuß, solch schimmerndes Weiß, wie es die großen Sternblumen, solch feuriges Roth, wie es Licht- und Pechnelken, der Bergklee und der kleine Sauerampfer der Gebirgswiesen zeigen, kennt unsere Ebene nicht.[2])

Viele gemeine Pflanzen unserer Wiesen und Felder, besonders Unkräuter und Wasserpflanzen, haben uns bereits verlassen. In den Kanevas der blühenden Getreidefelder sind noch blaue Kornblumen eingewebt; aber ihr Begleiter, der feuerrothe Mohn, ist verschwunden, mit ihm der blaue Rittersporn, der schwarze Nachtschatten, die honigduftende Bisam- und Eselsdistel, selbst die aromatische Kamille.[3]) Den Teichen fehlt die gelbe und die weiße Wasserrose, zugleich mit ihnen ihr Miniaturabbild, der Froschbiß; an den Ufern suchen wir vergeblich den hohen großblumigen Hahnenfuß, die rosenfarbigen Dolden der Blumenbinse, die gelbe Iris, den Rohr- und Igelkolben.[4]) Auch das zierliche Schneeglöckchen, das in der Ebene in unzähligen Schaaren aus dem kaum vom Schnee befreiten Waldboden herausschaut, ist nicht mehr zu finden; an seine Stelle ist die größere, wohlriechende Art[5]) getreten. In Schlesien sind über 400 Arten von Pflanzen bekannt, die an der Schwelle des Gebirges zurückbleiben, ohne in dieses einzutreten; selbst die Nachtigall wagt nicht den Bergwall zu überfliegen, der das Hirschberger Thal von der niederschlesischen Ebene trennt.

Der Wald des Thalbodens, dem freilich Felder, Wiesen und Gärten nur wenig Raum lassen, besteht größtentheils aus Laubbäumen, meist Wintereichen, gemischt mit Ahorn, Linden, Espen und Sahlweiden; am Waldrande blühen noch die weißen Schlehenbüsche und die grünlichen Rispen des Bergholunder; an Hart-

riegel und Schneeballsträuchern[6]) bereiten die Blüthenknospen sich vor; die wilden Rosenbüsche an den Feldrainen sind noch ohne den Schmuck ihrer Blumen.

Steigen wir nun aufwärts an den Gehängen des Gebirges, so verändert sich mit jeder Wegstunde die Physiognomie der Landschaft. Die Kornfelder hören bald auf, erst der Weizen bei 400 Metern, der Roggen und die Gerste bei 800 Metern; Hafer wird noch bis zu 900 Metern gebaut, aber die Halme sind in ihrer Entwickelung weit zurück. Mit dem Ackerbau nimmt die Bevölkerung ab; die endlosen Dörfer, die in ununterbrochenen Zeilen mit ihren von einfachen Obst- und Blumengärten umgebenen Fachwerkhäusern den Fluß begleiteten, rücken weiter aus einander; zuletzt treten nur isolirte Höfe (in Schlesien Bauden genannt) auf; denn die Viehzucht wird jetzt ausschließlicher Erwerbszweig und zwingt die spärliche Bevölkerung zu einem Nomadenleben, da das Vieh mit dem Sommer immer höher ins Gebirge zieht.

In der Höhe von etwa 450 Metern beginnt der Fichtenwald und bedeckt in meilenweiten Beständen den breiten Rücken des Gebirges. Hier und da gesellt sich zu ihr die Edeltanne; die Kiefer, der herrschende Baum der Tiefebene, ist schon am Fuße des Gebirges zurückgeblieben oder wagt sich nur in vereinzelten Gruppen in die höheren Regionen. Von Laubbäumen verschwindet einer nach dem anderen, als die letzten Bergahorn und Buche;[7]) diese bildet wohl auch ganze Bestände und leuchtet mit ihrer hellen Rinde und ihrem spiegelnden feingewimperten Laube lebensfrisch aus den finsteren Nadelwaldmassen hervor. Die Rinde der Bäume ist mit krausem Flechtenlaub bekleidet; von ihren Aesten hängen lange, graue Bartflechten herunter; ihre Wurzeln sind bedeckt mit dichten Moospolstern, zwischen denen das gabelige Schlangenmoos[8]) meterlang hinkriecht; zumeist überzieht Preißel- und Blaubeergesträuch einförmig den Waldboden. In der Schlucht des Gebirgsbaches, dem der steile Weg folgt, blühen hohe Stauden, viel schöner als in der Ebene:

Fichtenwald, Weißwassergrund im Riesengebirge.
Nach einer Photographie von Krull.

Akelei mit den dunklen fünfspornigen Blüthenglocken, zartblätterige Wiesenraute mit den violetten Staubfädenbüscheln, die gelbliche Aehre des Christophkrautes, Zahnwurz, Mondviole oder Silberblatt; den Boden bestreut Waldlabkraut mit weißen Blüthensternen;[9]) hier und da zeigt sich das geheimnißvolle Kraut der Circe, dessen Blüthen in allen Theilen nach der Zweizahl geordnet sind, während in einem anderen Blümchen die Siebenzahl waltet.[10]) Später im Jahre folgen gelbe Habichtskräuter, hohe Glockenblumen und die schwanken Rispen des Hasenlattich mit den feinen purpurnen Blüthenköpfchen; trockene Waldblößen werden dann von den dicht gedrängten Schaaren des blühenden Weidenröschens wie in einen rothen Teppich eingehüllt.[11]) Auch Giftpflanzen brauen ihre Säfte im Bergwalde: die vierblätterige Einbeere, die braune Tollkirsche, der gelbe Fingerhut, der blaue Eisenhut.[12]) Den Rand des forellenreichen Baches, der über Steinblöcke sich stürzt, fassen die silberschimmernden Schildblätter des weißen Huflattichs ein; Baldrian und Gebirgskälberkropf zeigen bereits die weißen Schirmdolden, Frauenfarn beginnt die straußfederartigen Wedel aus der zusammengerollten Knospe zu entfalten.[13]) Stellenweise ist der Fichtenwald von grünen Haferfeldern oder saftigen Wiesen durchbrochen; hier leuchtet der Flor gelber Himmelsschlüssel und Kugelranunkeln oder feuerrother Lichtnelken, denen dann später fleischfarbene Orchideen, goldbrauner Klee, violetter Waldstorchschnabel, orangerother Wohlverleih, schwarzköpfiger Wiesenknopf nachfolgen. Die blaßrosafarbene Herbstzeitlose[14]) beschließt als die allerletzte den Blumenreigen dieser Wiesen im Gebirgswalde.

Wir sind nunmehr bis zur Höhe von 1200 Metern aufgestiegen; der Nadelwald, der jetzt ausschließlich aus Fichten besteht — Buche und Tanne sind in der Höhe von 800—1000 Metern zurückgeblieben — wird immer niedriger; die Fichten rücken weiter aus einander und werden strauchartig; ihre Aeste haben sich unter der Last des Winterschnees auf den Boden gelagert; die dicht über einander

Region des Knieholz (Pinus montana). Koppenplan, im Hintergrunde die Schneekoppe.
Nach einer Photographie von Krull.

folgenden Aststuirle zeigen den geringen Jahreswuchs; von den Stürmen entästet und entrindet, verschwinden sie zuletzt (1300 Meter). Nun ist die Baumgrenze überschritten und die Region des Knieholzes erreicht; es ist eine der gemeinen Kiefer verwandte Konifere,[15]) deren schwärzlichgraue Aeste horizontal am Boden hinkriechen und dort anwurzeln, während die elastischen, büschelförmigen Zweige aufwärts streben; so entstehen dichte halbkugelige Büsche von Manneshöhe, mehrere Meter im Durchmesser; anfänglich zu undurchdringlichem Dickicht eng an einander gedrängt, werden sie weiter oben durch immer größere Zwischenräume getrennt und reichen hier nur bis an die Brust oder bis zum Knie; bei 1500 Metern hört auch das Knieholz auf.

Der Boden, auf dem es wächst, gleicht der Tundra des hohen Nordens; er ist von bleichem Torfmoos oder Widerthon überzogen und mit Wasser übersättigt, so daß der Fuß leicht einsinkt; Alpenwollgras erhebt die grauen Wollköpfe in unzähligen Schaaren; Brandlattich legt die Rosetten der runden, dunkelgrünen Blättchen auf das Moos, über welches die purpurnen Blüthenköpfchen sich erheben; zahlreiche Riedgräser sprießen dazwischen in starren Rasenbüscheln. Hier und da zeigt sich niedriges Gebüsch von Moor- und Rauschbeeren oder Andromeda mit rosmarinähnlicher Belaubung und rosenrothen Blüthenglöckchen; an einzelnen Stellen wächst bereits die krautige Moltebeere mit den würzigen, orangerothen Himbeerfrüchten und die hellpurpurne Pedicularis der arktischen Zone.[16])

Die Schlucht, in der wir hinaufgestiegen, endet in einem Felsenamphitheater; seine fast senkrecht abstürzenden Wände schließen einen schwarzen See ein, auf dessen Grunde das nordische Brachsenkraut kleine Wiesen bildet; oder es lagern darin hohe Schneemassen, die bis zum Hochsommer liegen bleiben. In üppiger Pracht entfaltet sich in diesen Felsenkesseln der reiche Flor hoher schönblühender Stauden; blauer und gefleckter Eisenhut, weißblumiger Hahnenfuß,

blauer Milchlattich, hochdoldige Engelwurz, Allermannsharnisch mit der Alraunartigen, in ein faseriges Hemd gehüllten Zwiebel, Schwalbenwurz mit kornblauen Glocken und Nieswurz mit den großen, fächerartig gefältelten Blättern und den mannshohen grünlichen Blüthenrispen.[17]) Zwischen dem undurchdringlichen Knieholzgestrüpp wächst lappländisches Weidengebüsch oder karpathische Strauchbirke; hier und da begegnen wir stachellosen Bergrosen, strauchigen Ahlkirschen, rothfrüchtigen Elsbeeren und Ebereschen, schwarzbeerigem Geisblatt oder dem Johannisbeerstrauch der Felsen.[18]) Auf den Steinblöcken liegt blühender Rasen von goldblumigem Fingerkraut, gelben Veilchen, azurblauem Vergißmeinnicht, stahlblauer Sweertie, schlitzblätterigem Frauenmantel; besonders zierlich sind die röthlichweißen Dolden der narzissenblüthigen Anemone.[19]) Selbst an den schroffsten Felswänden haben seltene Alpenpflanzen Fuß gefaßt; Krautweide, Schnee- und Moossteinbrech, Mannsschild, resedablättriges Felsenschaumkraut, Rosenwurz und Alpenfettkraut blühen hier zwischen arktischen Moosen, Flechten und Alpenfarnen; auch die nordische Linnäa kriecht hier mit ihrem fadenförmigen Stämmchen über die Steinblöcke.[20])

Endlich sind wir bei 1300—1400 Meter auf die Höhe des Gebirgskammes gelangt, dessen öder, baum- und strauchloser, mit Steinblöcken besäter Rücken nur mageren bleichen Graswuchs, meist Borstengras, Schmiele und nordisches Riedgras[21]) trägt, zwischen denen die isländische und andere Erdflechten wuchern. Ueber die öde Hochfläche ragen einzelne Felsenpyramiden hervor, deren Oberflächen, durch Wind und Wetter zerbröckelt, wüsten Steinhaufen gleichen; die höchste, die Schneekoppe, erhebt sich 1605 Meter über den Meeresspiegel. Hier ist das Reich der Kryptogamen; die Steine überzieht die duftige Veilchenalge gleich zinnoberrothem Sammet;[22]) die Felsen sind mit riesigen grauen, schwarzen, gelben Steinflechten inkrustirt, von denen insbesondere eine Art, die durch schwarze Linien in kleine Felder, gleich der Zeichnung einer Landkarte, getheilt ist, den Fels-

wänden schon in der Ferne schwefelgelbe Färbung verleiht. In den Ritzen des Gesteins sprossen zierliche Korallenflechten mit scharlachrothen Fruchtköpfchen; ein Bärlapp klettert mit niederliegenden Gabelästen rankenartig über das Gestein; eine andere Art steigt in handhohen Zwergbüschen[23]) auf. Doch fehlt es auch nicht an Blumen

Granitfelsen mit Steinflechten bewachsen. Landkartenflechte (Rhizocarpon geographicum). Von der Schneekoppe. Nach einer Photographie von Krull.

im Revier; Habmichlieb breitet über die nackten Felsen den Purpurteppich seiner zarten Blumensterne; die Alpenanemonen erheben truppweise die weißen Kelche, die später in lang geschwänzte Fruchtköpfchen auswachsen und der Pflanze den Namen des Teufelsbartes[24]) verschafft haben. Hier blüht dreiblumige Binse, dort violetter Alpenehrenpreis, himmelblauer Enzian oder goldgelbe Bergnelkenwurz;

die schwärzlichen Köpfe des Alpenhabichtskrautes stehen noch in Knospen.[25]) Alle diese Pflanzen zeigen die Physiognomie der Polarblumen; die Blätter sind in zierliche Rosetten geordnet, aus deren Mitte lebhaft gefärbte große Blüthen auf blattlosem Schaft hervorsprießen; selbst die Arten, welche das Hochgebirge mit der Ebene gemein hat, nehmen dort den Charakter von Alpenpflanzen an und sind ihren tiefer unten wohnenden Verwandten kaum ähnlich: so die duftige Federnelke, die Scheuchzersche Glockenblume, die rothblühende Schafgarbe, die faustthohe Goldruthe, das zwergige Heidekraut und viele Gräser mit kurzen Blattbüscheln und bunten Rispen.[26]) Nur in den quellenreichen Falten des Kammes, in denen einsame Bauden stehen, gedeiht unter künstlicher Düngung üppiger Wiesenwuchs voll saftigen Grases, zwischen dem großblätteriger Bergampfer und die rosenrothen Aehren der Otterwurz in zahllosen Schaaren an einander gedrängt stehen.[27])

Unten im Thale bedrückte uns Sommerschwüle; oben ist das Reich des Winters kaum gebrochen; an den schattigen Lehnen lagern noch weite Schneefelder; der Frühling hat eben begonnen, dem kein Sommer und kein Herbst folgt, der nur von einem neuen Winter abgelöst wird. Wir haben nach einander das Klima des Juni, des Mai, des April und des März empfunden; denn was der Araber vom Libanon erzählt, das gilt von jedem Hochgebirge: daß zu seinen Füßen der Sommer sich lagere, auf seinen Schultern der Frühling ruhe und auf seinem Haupte der Winter throne.

Indem wir beim Ersteigen des Gebirges in wenig Stunden den Lauf der Jahreszeiten rückwärts noch einmal durchlebten, haben wir gleichzeitig eine Wanderung vollendet, als ob wir aus dem Herzen Europas uns über den Polarkreis hinaus nach Spitzbergen oder Nowaja Semla begeben hätten. Als wir bei 450 Meter die Region der Laubwälder und Getreidefluren verließen und in den Fichtenwald mit seinen Bergwiesen eintraten, haben wir die nämliche Vegetation und das nämliche Klima angetroffen, als ob wir etwa

am 58. Grad die Grenze der subarktischen Zone in Rußland oder Schweden erreicht hätten; zwei Stunden rüstiger Bergwanderung brachten uns sodann bei 1200 Meter Höhe an die Baumgrenze, als hätten wir den Polarkreis überschritten und als seien wir in die kalte Zone eingedrungen. Die Knieholzregion, die schon von unten als ein scharf abgesonderter Gürtel über dem Fichtenwalde sichtbar wird, versetzt uns in der That in das arktische Gebiet mit seinem Weiden- und Zwergwachholdergesträuch, seiner sumpfigen, von Wollgras, Moos und Flechten bewohnten Tundra; darüber hinaus erheben sich die Gipfel des Gebirges, den Felseninseln des Polarmeeres vergleichbar, an welche sie in der Physiognomie und Zusammensetzung ihrer alpinen Flora erinnern. Auch die mittlere Jahreswärme der Schneekoppe kommt etwa der des Nordkap gleich. Das Humboldt'sche Gesetz findet im Riesengebirge seine Bestätigung.

III.

Freilich ist die Polarflora im Riesengebirge, wenn auch reichlicher als in irgend einem anderen deutschen Gebirge, doch gegenwärtig verhältnißmäßig nur schwach vertreten: sie stellt vermuthlich nur den Ueberrest einer ehemals zahlreicheren arktischen Pflanzenbevölkerung dar, die im Aussterben begriffen ist, gleichwie Rennthier, Elenn, Moschusochs, Lemming und andere nordische Thiere, deren Knochen wir im schlesischen Boden begraben finden, selbst Bär, Wolf und Luchs, die noch vor nicht allzu langer Zeit im Gebirge hausten, ausgestorben sind.

Vollständiger ist die den Pol umgebende Flora in den Centralkarpathen entwickelt, von denen die schlesischen Sudeten gewissermaßen nur die nordwestliche Fortsetzung darstellen. Aus der Hochebene von Poprad, das selbst schon 675 Meter hoch liegt und von wo die Wasser in kaum merklicher Scheidung auf der einen Seite durch die Donau nach dem Schwarzen Meer, auf der anderen durch die Weichsel in die Ostsee abfließen, steigt die hohe

Tatra gleich einer von spitzen Zinnen überragten Felsenmauer noch 2000 Meter steil in die Höhe. Die Grenzen der Regionen sind um 3—500 Meter höher gerückt als im Riesengebirge; der Getreidebau und die Laubbäume der Ebene, vor allen die mächtigen Eichenwälder, erreichen ihre Grenze bei 850 Meter, höher steigt der Buchenwald, der im Südosten des Gebirges zwischen 800—1100 Meter einen Waldgürtel bildet; dann beginnt einförmiger Nadelwald, der in ununterbrochener Ausbreitung die Böschungen bis zur Höhe von 1530 Meter bekleidet. Anfangs mischen sich in die Gesellschaft der herrschenden Fichten noch Lärchen und Laubbäume, die allmählich zurückbleiben.[28]) Eine Zeit lang bleibt die Fichte im Alleinbesitz; doch nahe ihrer oberen Grenze (von 1300 Meter ab) gesellt sich ihr ein anderer Nadelbaum, den wir bereits an der sibirischen Baumgrenze angetroffen hatten: die kühn dem Wettersturm trotzende Zirbelkiefer oder Arve, ausgezeichnet durch die fünfzähligen Nadelbüschel und die mandelartigen Kerne der rundlichen Fruchtzapfen.

In die gigantischen Flanken des Hochgebirges haben die Wildbäche ihr Bett in tiefen, von senkrechten Felswänden eingefaßten Schluchten eingeschnitten, die sich aus mehreren über einander liegenden Stockwerken aufbauen; jedes Stockwerk ist von dem nächst höheren durch eine steile Felswand geschieden, über welche der Bach in einem Wasserfall sich herabstürzt, und schließt in der Regel einen grünen See ein; das oberste ist mit Schnee ausgefüllt. Sobald wir die Stufe von 1500 Meter erklommen, wird die Fichte strauchartig; das Knieholz mischt sich ein und gewinnt bald die Oberhand; bei 1530 Meter verschwindet die strauchige Fichte, vierzig Meter höher die karpathische Strauchbirke, bei 1600 Meter auch die Arve; nun überwuchert nur Knieholzgestrüpp die wild über einander geworfenen Felsblöcke bis zur Höhe von 1800—1900 Meter. Von da an bis zum Kamm des Gebirges (2200 Meter) und hinauf zu den höchsten Gipfeln (2660 Meter) haften auf dem Geröll nur

Moose, Flechten und die blühenden Rasen der Polar- oder Alpengewächse, die sich oberhalb der Baumgrenze einstellen und die wir bereits in der höchsten Region des Riesengebirges angetroffen hatten; in den Karpathen hat sich ihr lieblicher Flor noch durch Aurikeln, Dryas, Steinbreche, Gletschernelken, Schneeranunkeln, Alpenmohn u. a. bereichert; selbst Alpenrosen und Edelweiß schmücken hier und da die hohen Matten, die an einer Stelle mit Recht den Namen des Blumengartens führen.

Die nämliche Reihenfolge der Regionen ist auf allen Gebirgen der gemäßigten Zone beobachtet worden; nur beginnt die untere und die obere Grenze des Nadelwaldes in um so geringerer Höhe, je nördlicher die Lage; und die Region des arktischen Gesträuchs und der Polarblumen ist um so schwächer entwickelt, je niedriger das Gebirge. Im Harz hört der Buchenwald, der die wellenförmigen Gebirgsrücken der unteren Regionen bedeckt, schon bei 650 Meter auf; dann beginnt der Fichtenwald, der ohne Unterbrechung das Waldmeer des Oberharzes bis in die Höhe von 1000 Meter bildet; nur der kahle Gipfel des Brocken überragt dasselbe noch um 140 Meter und zeigt in seinen nordischen Moosen und Flechten, in seinen Zwergbirken, seinem zweifarbigen und Spießweidengesträuch, seinen Alpenanemonen und Steinbrechrasen Spuren der arktischen Flora.[29])

Eigenthümliche Verhältnisse zeigt Großbritannien. Gleich einem ungeheueren Damm von 4000 Kilometer Länge dem Wogenandrang des erwärmten Atlantischen Oceans vorgelagert,[30]) erfreut sich die lang gestreckte Insel fast bis zum äußersten Norden gleich milder Winter. Der Winter in Edinburg (56°) ist dem von London gleich (46°), aber milder als der von Venedig (45° 27′) und selbst von Bologna ($44^1/_2$°). Daher finden wir in den öffentlichen Anlagen von Edinburg und Glasgow die nämlichen immergrünen Gehölze wie bei London: Himalaya- und Libanoncedern, chilenische Araukarien, pontische Alpenrosen und Lorbeerkirschen. Doch ist die dem Kanal zugekehrte Südküste von England, deren weiße

Kreideklippen an 200 Meter tief zur See abstürzen, besonders begünstigt; der Winter von Plymouth ist dem von Florenz gleich; das Undercliff, die südwestliche Steilküste der Insel Wight erinnert mit seinen bis unter das Dach von blühenden Myrten, Fuchsien, Pelargonien bekleideten Dorfhäusern, mit seinen Galerien von Ulmen und Steineichen, seinen Lorbeer- und Tamariskenhecken, seinen Strandkiefern und Cypressen fast an die Vegetation der Riviera.

In Mittelengland ist der Boden fast gänzlich von der Kultur in Anspruch genommen, die Felder sind mit grünen Hecken eingefaßt; hier und da hat sich noch parkartiger Laubwald erhalten, in dem die Bäume ohne Unterholz weit aus einander stehen; vorherrschend sind die Eichen, gemischt mit Eschen und anderen Laubbäumen; Unterholz fehlt gänzlich; die immergrüne Baumform ist nur durch die Stechpalme (Ilex) vertreten.

Der Westrand von Großbritannien erhebt sich zu mächtigen Gebirgsstöcken, die in den schottischen Hochlanden ihre größte Höhe erreichen; sie steigen unmittelbar aus dem Meere auf, so daß die Sohle der Hauptthäler selbst auf der Wasserscheide zwischen Nordsee und Atlantischem Ocean sich kaum dreißig Meter über den Meeresspiegel hebt und daher leicht von Kanälen durchschnitten wird, die Meer mit Meer verbinden. Viele dieser langen schmalen Thäler, die meist von Nordost nach Südwest streichen, senken sich in ihren Ausgängen tief unter das Meer und erscheinen daher als flußähnliche, von Steilwänden eingefaßte Fjorde, hier Loch genannt; aus ihren Endigungen fließt zur Ebbezeit das Meer in mächtigem Strome aus, um mit der Fluth ebenso gewaltig zurückzukehren; durch solche tief ins Binnenland einschneidende Meeresbuchten werden langgestreckte Halbinseln und Inselarchipele abgetrennt. Auf einer höheren Stufe sind diese Thäler mit Ketten inselreicher Süßwasserseen ausgefüllt, an deren sumpfigen Rändern dürftiger Waldbestand von Weiden, Erlen, Birken, Espen und Kiefern auftritt;

oder ihren Boden nimmt Moorheide ein, die von Gagelsträuchern, Moorbeeren, Heidekraut, Riedgräsern und Sumpffarnen überwachsen ist. Ohne Vorhügel steigen die Berge steil vom Thalboden auf und erscheinen majestätischer, als ihre absolute Höhe erwarten ließ;[31]) doch sind sie baumlos und bis oben hinauf mit Heidekraut und Graswuchs bekleidet; daher erscheint im Herbst, zur Blüthezeit der Erika, das ganze Gebirge wie mit Purpur bekleidet; Moos und Erdflechten überziehen weite Flächen wie in der arktischen Tundra; Heerden weißer, schwarzköpfiger Schafe bilden die einzige Staffage dieser öden Gehänge. Ueber die Heide hinaus steigen Zwergbirke, Heidel- und Rauschbeergesträuch; zerstreut treffen wir Kiefern noch bis zu 700 und Birken bis zu 800 Meter Höhe an. Nur auf den höchsten, nebelumhüllten Gipfeln treten nackte Felsmassen hervor, an denen eine große Zahl von arktischen Blumen und Flechten uns wieder begegnet.

Weit großartiger entwickeln sich die Regionen auf der skandinavischen Halbinsel. Sie ist ihrer ganzen Länge nach von einer aus Granit und Gneiß aufgebauten Riesenmauer durchzogen, die 1700 Kilometer lang und 300 Kilometer dick, nach der Ostsee allmählich in breiten Terrassen sich abdacht; im Westen steigt sie über 1000 Meter steil aus dem Atlantischen Ocean auf und ist hier von zahlreichen, vielfach verbogenen und verzweigten Querspalten durchklüftet, die an hundert Kilometer weit landeinwärts in die Felsenmauer bis auf den Meeresgrund hinab einschneiden. Das sind die norwegischen Fjorde; längs des Strandes sind sie noch von Laubbäumen umsäumt; allerdings nicht mehr von Eichen und Buchen, wie sie in üppiger Kraftfülle Dänemarks liebliche Uferlandschaften schmücken; Grauerlen und Weißbirken, Sahlweiden, Espen und Ebereschen bilden den norwegischen Laubwald. Aus dem Hintergrund des Fjords führt eine Straße, die an Kühnheit mit den berühmtesten Alpenstraßen sich messen kann, auf die Höhe des breiten Gebirgskammes, indem sie dem Flusse folgt, dessen tief-

grüne Gewässer in Stufenterrassen bald zu stillen Seen sich erweitern, bald schäumend in steilem Absturz über die Felswände herabrauschen. Die Straße führt durch Nadelwald, wo Kiefer und Fichte auf Tod und Leben sich um Licht und Luft bekämpfen; nur die Birke vermag zwischen ihnen ihren Platz zu behaupten. In der Höhe von 800 Meter werden Fichten und Birken strauchartig; bei 1000 Meter weichen sie dem niedrigen Alpengebüsch der lappländischen Weiden, der Zwergbirke und des Zwergwachholders, die sich mit Heidekraut, Rausch-, Blau-, Moor- und Preiselbeeren in die fast ebenen Hochflächen der Fjelde theilen; der Blumenflor setzt sich aus den nämlichen Stauden zusammen, die wir in der Knieholzregion des Riesengebirges angetroffen und von denen wir nur den blauen Milchlattich und den Eisenhut erwähnen, der in Norwegen Thor's Helm heißt. Die Fjelde sind eine 1000—1300 Meter hochgelegene Alpentundra, das Weiderevier wilder Rennthierheerden; sie wird zum großen Theil von traurigen, mit Woll- und Riedgras bewachsenen Moorsümpfen oder von Ketten schwarzer Seen eingenommen, deren Ausflußbäche dann in den weißen Schaumstreifen zahlloser Wasserfälle sich nach der Tiefe des Fjords hinunterstürzen. Auf die Fjelde sind breitgewölbte Rücken dachartig aufgesetzt, die, mit unermeßlichem Firn überlagert, gewaltige Gletscher bis an das Meer hinabsenden; häufiger noch erheben sich kahle Gipfel, deren Geröll und Steinhaufen mit magerem Gras und dürftigen Alpenblumen, höher hinauf nur noch mit Steinflechten bewachsen sind, und von denen Schneeflächen in zerstreuten weißen Flecken sich abwärts zu den Fjelden hinunterziehen.

IV.

Die reichste Entwickelung der Höhenregionen in Europa finden wir in den Alpen, wo nach dem einstimmigen Urtheil aller Reisenden zugleich die großartigsten und die lieblichsten Gestaltungen der Hochgebirgsnatur vereinigt sind. „In der Vertheilung und Lage der

reichgegliederten Thäler und selbst in der Ausbreitung der Schneemassen liegt ein Ebenmaß, eine Vollendung, die vielleicht in keinem anderen Gebirge erreicht wird und die Pracht der Alpennatur über die gewaltigen Massenbildungen des Himalaya und auch des Kaukasus erhebt . . . Segenspendend wirken diese Gebirge nicht bloß in die Ferne, indem sie die Wolken verdichten, über das Tiefland die Flüsse nach den Thälern abgesondert vertheilen, als unerschöpfliche Speicher aus ihren Quellenursprüngen dem Pflanzenleben die mineralischen Nahrungsstoffe zuführen und im Bereiche des fließenden Wassers die Oberfläche des Erdbodens stetig erneuern; sondern durch ihre Wälder, ihre Bergwiesen und Alpenmatten besitzen sie auch im eigenen Haushalt ihrer Natur eigenthümliche Grundlagen menschlicher Thätigkeit.“ [32])

Lang hingestreckt vom Löwengolf bis zum Aegëischen Meer, hängt das Rückgrat von Europa durch die vulkanischen Hochlande der Auvergne und den Jura mit dem Mittelgebirge von Frankreich zusammen; durch Vogesen und Schwarzwald tritt es mit den deutschen Mittelgebirgen und ihrer karpathischen Fortsetzung in Verbindung, von denen es weiter im Osten durch das Donaubecken getrennt bleibt. Im Südwest zweigt sich an der Bocchetta von Genua der Apennin ab; hier steigen die Alpen schroff und unmittelbar aus dem Mittelmeere oder aus dem nur wenig über seinen Spiegel gehobenen Pothal; hier zeigt sich daher auch die vollständigste Reihenfolge der Höhenregionen. Wir können drei Hauptgürtel unterscheiden: den warmen, den gemäßigten und den kalten; die beiden letzteren sind nochmals in zwei Regionen geschieden.

Am untersten Südfuße der Alpen, wo die Ausgangsthäler mit ihren blauen oder grünen Seen tief in den Felsenkörper einschneiden, entfaltet sich die Mittelmeerflora noch in ihrer ganzen Herrlichkeit; es ist ein einziger Blüthen- und Fruchtgarten, in den die weißen Steinhäuser, die zahlreichen Kirchlein mit ihren schlanken Campaniles eingestreut sind, wo silbergraue Oelbäume und schwarze

Cypressen, Feigen- und Mandelbaum, Kamellie und Magnolie uns im Freien begrüßen; Orange und Limone bedürfen noch einigen Winterschutzes, wenn sie in das offne Land gepflanzt werden; Rebenlauben, Maulbeeralleen, Mais- und Sorghofelder sind die Hauptkulturen dieser Region, die in der Höhe von 350 Meter ihre Grenze findet; ihre durchschnittliche Jahreswärme, z. B. in Pallanza am Lago maggiore (200 Meter), entspricht etwa der von Triest (13°).

Höher hinauf bis 900 Meter umfangen uns dunkelschattige Wälder edler Kastanien; die Straße steigt in künstlichen Windungen empor, bis sie auf einer neuen Staffel wieder in eine Ebene eintritt, in deren Mitte ein Dorf liegt, von mächtigen Wallnußbäumen beschattet. Die Flora Italiens ist verschwunden; in den Gärten reifen prächtige Aepfel und Birnen; auf den Feldern wird Weizen und Roggen gebaut; der Weinbau reicht bis 430 Meter. Wir sind in die kältere gemäßigte Region eingetreten, deren Klima etwa dem deutschen entspricht; Genf, das in dieser Region 400 Meter hoch liegt, hat fast die nämliche mittlere Jahreswärme wie Heidelberg (11,5°), das ebenso hoch belegene Zürich fast wie München oder Jena (9°), das 250 Meter höhere St. Gallen wie Danzig (7,5°).

Nach kurzer Zeit steigt die Straße von neuem, sie führt wieder durch Wald, der jetzt aus Buchen besteht, unter welche Eichen, Bergahorn und andere Laubbäume mit Tannen sich mischen. Der Laubwald endigt auf einer höheren Terrasse mit einer Ortschaft in der Mitte; Wiesen, Hanf- und Kartoffelgärten breiten sich um dieselbe; Getreidebau hat bei 850 Meter aufgehört; hier und da findet sich auch noch ein Hafer- oder Gerstenfeld bis zu 1300 Meter.

Bei der nächsten Steigung der Straße beginnt der Wald aufs neue; aber nun ist es der einförmige Nadelwald; die Laubbäume sind bei 1300—1500 Meter verschwunden. In den Bergwäldern der Nordalpen herrscht die Fichte bis 1700 Meter, auf der Südseite bleibt sie 150 Meter tiefer zurück; hier erreicht sie auch ihre Südgrenze; die italische Halbinsel selbst betritt die Fichte

nicht mehr; viel weiter nach Süden dringt die Edeltanne, die noch auf dem Apennin sich heimisch macht. Höher als beide erklimmt die Lärche die südlichen Abhänge und steigt bis 2000 Meter empor; in ihrer Gesellschaft erscheint wieder die stolze Arve, die wir zuletzt auf den Karpathen angetroffen und die im Engadin und Wallis bis zu 2500 Meter sich erhebt. Im Nadelwalde blühen stattliche Gebirgsstauden, als deren Repräsentant der Eisenhut gelten kann. In dieser Region finden wir die höchsten Dörfer; Zermatt z. B., am Fuß des Monte Rosa, 1530 Meter hoch gelegen, hat eine durchschnittliche Jahreswärme von 5,5°, wie Drontheim.

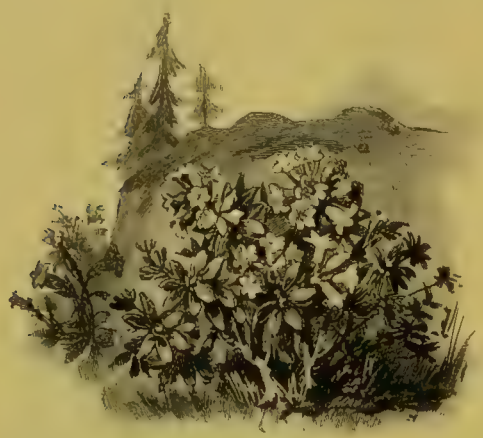
Endlich in der Höhe von 1700—2000 Meter hört der zusammenhängende Nadelwald auf, mit ihm verlassen wir die gemäßigte Region und gelangen in die kalte. Ueber der Baumgrenze beginnen die schönen Alpenmatten, die in solcher Ausdehnung und Pracht sich in keinem Gebirge der Welt wiederfinden. Hier sind es nicht unergründliche Moorsümpfe, die an die arktische Tundra erinnern, noch öde Felswüsten; die sanften Wölbungen sind mit aromatischem Graswuchs bekleidet: Alpenlieschgras, Ruchgras, Bergschwingel, Pfriemgras, Borstgras und anderen Futtergräsern; zwischen ihnen entfaltet sich der schönste Blumenflor, der nicht minder die Bewunderung des Pflanzenfreundes als die Freude des Sennhirten ist, da er der Milch der hier oben sommernden Rinder fetten Wohlgeschmack verleiht. In der That wird auf diesen Matten von den Heerden so eifrig herborisirt, daß gegen Ende des Sommers außer giftigem Eisenhut, Alpenseidelbast oder Wolfsmilch und außer wollköpfigen Disteln kaum noch etwas Blühendes zu finden ist. Im Frühling aber ist die Alp ein bunter Blumenteppich, wo die verschiedensten Arten von Enzian, Aurikeln, Aretia, Dryas, Draba, wo Glockenblumen, Gletschernelken, Schneeranunkeln, Alpenastern, Alpengarben, Teufelskolben, und andere anmuthige Geschlechter bunt durch einander wachsen; hier findet sich auch Edelraute, Edelweiß, Iva, Speik und Schwärzling, die Lieblinge des Sennen.[33])

Selbst die Felsen schmücken sich mit einem reichen Flor von weißen, gelben, purpurnen, blauen Steinbrecharten; Hauslaub heftet auf den nackten Stein seine zierlich geordneten fein bewimperten Blattrosetten, aus denen grünliche oder purpurne vielstrahlige Blüthenstengel hervorsprossen. Aus dem dichten Rasen der Krautweiden schauen gelbe Blüthenkätzchen hervor; die Polster der zierlichen Zwergazaleen und Silenen sind mit purpurnen Blumensternen ausgestickt.[34]) Man kennt über 800 Arten von Alpenpflanzen, die das Tiefland meiden, von denen aber ein Fünftel gleichzeitig im hohen Norden lebt; doch ähneln auch alle übrigen den Polarblumen und sind ihnen nächst verwandt.[35]) In den Alpen selbst ändern sich die Arten, wenn wir die Kette von West nach Ost verfolgen; viele Arten wachsen nur in den Kalkalpen, während andere das Urgebirge der Centralalpen bevorzugen; es giebt Arten, die sich nur in einem einzigen Alpenthal und sonst nirgends in der Welt finden;[36]) doch tragen sie alle die nämliche Physiognomie.

Sprossendes Hauslaub in Blüthe. (Sempervivum soboliferum.) Nach einer Photographie von Krull.

Ortschaften giebt es in diesen Höhen nicht mehr, nur zerstreute Sennhütten, in denen die Hirten während des Sommers hausen. Die untere Region der Alpenmatten, unmittelbar über der Baumgrenze von 1700—2000 Meter, ist noch mit Gesträuch bewachsen: Strauchfichten, Alpenweiden, Zwergbirken, Grünerlen; in den Hochmooren der Ostalpen herrscht das schwarze Knieholz

der Sudeten und Karpathen. Hier ist auch die Heimath der Alpenrosen; sie sind mit ihren purpurnen Blüthensträußen und ihrer myrtenähnlichen, auf der Unterseite bald rostrothen, bald hellgrünen und dann am Rande bewimperten, im Spätherbst feuerroth sich verfärbenden Belaubung eine unvergleichliche Zierde dieser Region.[37]) Bei 2000—2400 Meter hört das Alpengesträuch auf und überläßt die nun wieder steiler sich aufthürmenden Felsengrate ganz allein den Flechten, Moosen, Gräsern und Alpenblumen.[38]) Einige der höchsten Alpenpässe führen noch auf bequemer Straße den Reisenden in diese Region, die sonst nur von Alpenjägern und Alpenklubisten besucht wird; das Hospiz auf dem Gotthard in 2000 Meter Höhe hat eine mittlere Jahrestemperatur von —0,6°, wie Irkutsk in Sibirien, und das noch 300 Meter höher gelegene Hospiz auf dem großen St. Bernhard gleicht in seinem Jahresmittel Godhaab in West-Grönland (—1°).



Alpenrosengebüsch (Rhododendron ferrugineum).

In der Höhe von 2500—2800 Meter liegt die Schneegrenze, wo im Laufe des ganzen Jahres mehr Schnee fällt als während des kurzen Sommers aufthaut; obwohl der Ueberschuß durch die Eisströme der Gletscher stetig thalwärts abfließt, so breitet doch ewiger Firn die schimmernde Decke über die flachen Mulden der obersten Abhänge aus; nur wo wegen allzu großer Steilheit der Schnee nicht haften kann, starren schwarze Felsklippen nackt aus dem Firnmantel hervor. Doch auch in dieser Region des ewigen Winters ist die Oberfläche der Felsen noch mit Moosen und Steinflechten bekleidet, und selbst an Blüthenpflanzen fehlt es nicht; man hat oberhalb der Schneegrenze im Engadin bis zu 3000 Meter noch

über hundert blühende Arten gefunden; auf dem Montblanc liegt mitten im Eismeer des Glacier du Talèfre ein Gletschergarten in der Höhe von 2600 Meter, wo neunzig verschiedene Blumen blühen, von denen der dritte Theil auch in Lappland wächst; gelben Moossteinbrech hat man auf dem Finsterarhorn noch über 4000 Meter und weiße Gletscherranunkeln sogar bei 4270 Meter angetroffen.[39]) Der ewige Schnee selbst wird von den rothen Kugelzellen des Haematococcus nivalis gefärbt, der nämlichen Schneealge, welche die schneebedeckten Scharlachklippen der Polarzone röthet.[40])

V.

Wir können es uns ersparen, die übrigen Gebirge der Erde einzeln zu betrachten; überall kehren in den höheren Regionen Klima und Vegetation nördlicherer Zonen wieder. Im Allgemeinen rücken die Grenzen der einzelnen Regionen um so höher hinauf, je südlicher das Gebirge; in den Alpen selbst zeigt Nord- und Südseite einen Unterschied von nahezu hundert Meter. Umgekehrt hat schon Linné bemerkt, daß viele Pflanzen in Schweden am Meeresstrande wachsen, die von den alten italienischen Botanikern nur auf der Höhe des Apennin gefunden und deshalb von ihnen als Alpenpflanzen angesehen wurden. Die Arten, welche in den Alpen für die verschiedenen Regionen charakteristisch sind, werden anderwärts durch andere, wenn auch ähnliche Formen vertreten; andere Bäume bilden die Baumgrenze: in den Pyrenäen Fichte und Knieholz; auf dem Atlas zwergige Steineichen; im Apennin und Pindus Edeltanne und Buche; am Athos, Aetna und Taurus Schwarzkiefer; am Libanon ein Wachholder; am japanischen Fusijama eine Lärche. In südlichen Breiten steigen tropische Formen hoch hinauf und mischen sich in seltsamer Gruppirung unter die nordeuropäischen Geschlechter, die auch an Mannigfaltigkeit nach Süden abnehmen; doch stets folgt auf den Gürtel immergrüner Bäume und Sträucher ein Laubwald, der im Winter die Blätter verliert und wie bei uns

aus Eichen, Edelkastanien, Buchen, Eschen, Linden, Ahornen, Pappeln besteht und ein Unterholz von wilden Obstbäumen, Haseln, Rosen, Berberizen einschließt; doch nimmt derselbe in den Gebirgen des Südens eine Menge neuer Arten und selbst neue Geschlechter auf, wie Wallnußbäume und Platanen. Ueber dem Laubwald folgt sodann subarktischer oder vielmehr subalpiner Nadelwald, dann arktisches oder alpines Gesträuch, zuletzt bis zur Schneegrenze Alpenblumen, Steinmoose und Steinflechten. Die Waldverwüstung hat in vielen Gebirgen der Mittelmeerländer den Charakter einzelner Regionen verwischt; am Libanon ist der Nadelholzgürtel heute nur durch Cypressen und Wachholderbäume vertreten; die berühmten Cederwälder, die einst die Bewunderung des Psalmisten erregten, „jene Cedern Libanons, die der Herr gepflanzt hat, in denen die Adler nisten und auf deren Gipfel die Reiher wohnen", die das Holz zum Tempelbau des Königs Salomo und zu den Handelsflotten der Phönizier darboten, sind bis auf einen etwa in der Höhe der Engadiner Arvenwälder (1925 Meter) gelegenen Hain von 377 Stämmen ausgerottet; die Patriarchen unter ihnen, von zehn Meter Stammesdurchmesser und mit breitschattigen Schirmkronen, werden als überlebende Zeugen einer uralten Vergangenheit verehrt. Dagegen hat sich der Cederwald in der Nadelholzregion von Cypern, im kleinasiatischen Taurus und im nordafrikanischen Atlas erhalten, wo er mit Riesenwachholder und Sandrachecypressen gemischt ist.[41])

Auch in der neuen Welt, wo die Hochgebirgsketten nicht, wie in der alten, von West nach Ost, sondern in der Richtung des Meridians von Nord nach Süd verlaufen, gilt das Humboldtsche Gesetz. In den Alleghanies von Nord-Carolina ist die Laubwaldregion von eigenartigen Eichen, Eschen, Rüstern, Kastanien, Wallnuß-, Magnolien- und Tulpenbäumen gebildet, unter deren Schatten im Frühling hohes Gebüsch hellpurpurner Alpenrosen, orangerother Azaleen und rosenfarbiger Kalmien erblüht; ihm folgt in

der Höhe von 2800 Meter bis zu den Gipfeln dunkler Cypressen- und Tannenwald, der mit seinen Kräutern und Sträuchern, seinen Moosen und Flechten den subarktischen Forsten von Kanada gleicht.

Wellingtonie (Sequoia gigantea).
Stumpf eines der dicksten Stämme in Tuolumina grove (Kalifornien), durch welchen ein Thorweg ausgehauen ist, so daß eine Postkutsche (stage coach) hindurchfahren kann. Nach einer Photographie im Besitz von Prof. Vöchting.

In den Rocky Mountains, deren höchste Spitzen den Montblanc überragen, folgt über dem einförmigen Nadelwald noch eine Region von arktischen oder Alpenblumen; sie reicht von 2000—2700 Meter, wo der ewige Schnee beginnt.[42]) Besonders reich an eigenthümlichen Arten hochwüchsiger Koniferen ist der Nadelholzgürtel der kalifornischen Sierra Nevada; Rothholzcypressen, Lambertskiefern und Edeltannen erreichen hier eine Höhe von 70—100 Meter; aber hoch über ihre Riesenwipfel erheben sich die Mammuthbäume; sie sind Giganten der Vorwelt, die den Untergang ihres Geschlechts überlebt haben; auch sie wären dem Vandalismus der Gegenwart längst zum Opfer gefallen, wenn nicht die Nordamerikanische Regierung den Hain von Mariposa, der etwa 100 der größten Bäume enthält, zum unverletzlichen Nationaleigenthum erklärt hätte; hier finden sich noch Stämme, die 110 Meter Höhe und 12 Meter Umfang erreichen und nur den australischen Mandeleukalypten vergleichbar sind; ein solcher Baum muß zum mindesten fünfzehn Jahrhunderte überdauert haben.[43])

VI.

Zwischen den Wendekreisen wird nicht bloß Thier- und Pflanzenwelt gigantisch, auch die Gebirge überragen die Alpengipfel noch um das Doppelte. Umgürtet gegen das Indische Meer hin von dem lebendigen Gehege der Mangrovewälder, breitet sich das bengalische Tiefland in unermeßliche Weiten. Hier allein auf der ganzen Erde vermochte die heiße Sonne in den Pflanzen jene Gewürze auszukochen, die schon in geringem Zusatz den Speisen aromatischen Wohlgeschmack verleihen: den Rohrzucker, den Pfeffer, die Gewürznelke, die Muskatnuß, den Zimmet, den Ingwer, Zittwer und Kardamom;[44]) sie haben seit dem grauen Alterthum bis in die Gegenwart die Völker Europas bald in blutigen Eroberungskriegen, bald in friedlichem Handelsverkehr nach Indien und zu der malayischen Inselwelt im Süden des Festlandes geführt.

Unmittelbar aus der Gangesebene steigt der Riesenwall des Himalaya zum Himmel auf; seinen Fuß umsäumt in fünfzehn bis fünfzig Kilometer breitem Gürtel der tropische Urwald des Terai, der die niedrigsten Terrassen bis zu 300 Meter bekleidet. Hier fallen die größten Regenmengen der Welt; der Himmel ist stets von Nebeln oder dunklem Gewölk verhüllt, das der indische Dichter einer Elephantenheerde vergleicht; in der gleichmäßig feuchten Wärme von 25° erwachsen jene undurchdringlichen, fieberbrütenden Dschungeln, in denen die Königin Damajanti ihren Gatten Nal sucht:

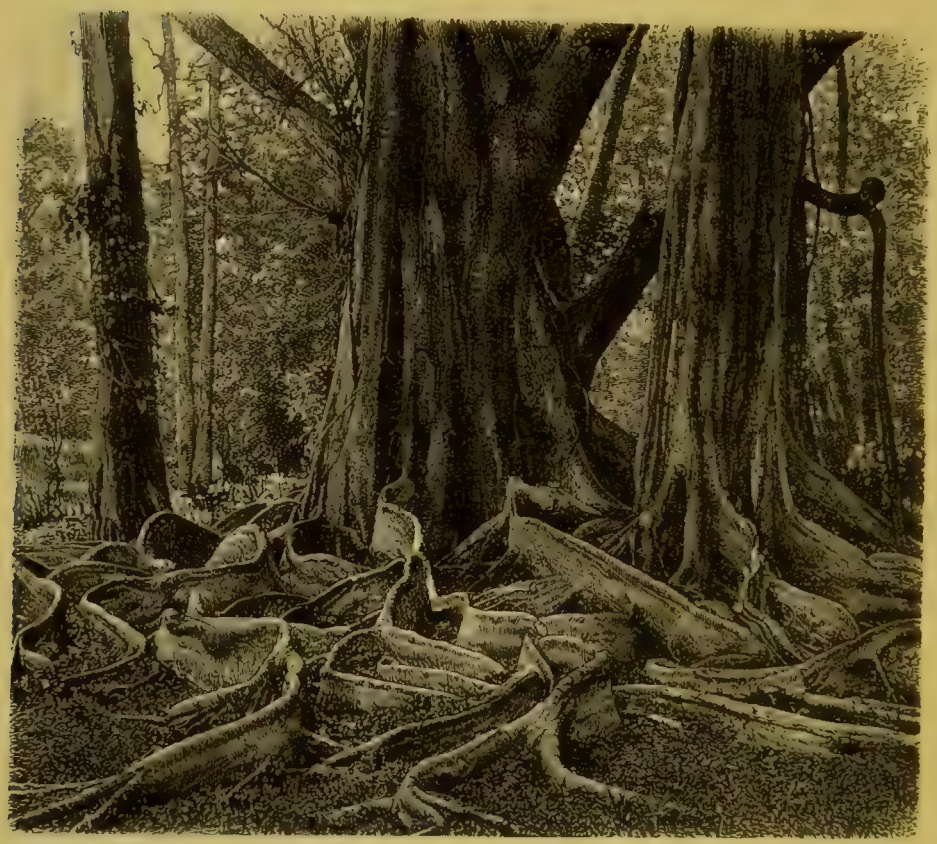
„Die von Bären, Pardeln, Tigern durchbrüllten,
Von Elephanten, Hirschen erfüllten,
Wo Blumen, Kräuter, Stauden sich ranken,
Scholabäume im Winde schwanken,
Uralte Feigenbäume standen,
Um die sich Palmlianen wanden,
Orangen, Fieder- und Fächerpalmen,
Baumhoher Bambusen riesige Halmen,
Korallen-, Woll- und Sandelbäume
Erfüllen des Waldes grüne Räume.“[15])

Der berühmte englische Botaniker Sir Joseph Hooker, dem wir die botanische Erforschung des Sikkim-Himalaya, wie des Atlas und der antarktischen Inselwelt verdanken, hat diese Vegetation lebendig geschildert: „Mannigfaltig in ihren Formen, reich in ihren Farbentönen, erfüllt von den seltensten und zartesten Gebilden, wird sie nicht von heiteren Frühlingslüften erwärmt; unter steten Nebeln, des blauen Himmels, der strahlenden Sonne beraubt, lockt sie weder der Vögel Gesang hervor, noch gewährt sie den Thieren Nahrung; unbekümmert um den niederstürzenden Regen, treibt sie im Verborgenen ihre Knospen, ihre Blumen und Früchte.“

In dieser heißesten Region erheben sich die Wälder der Teakbäume, deren Eisenholz zum Bau der englischen Flotte verwendet wird; hier ist auch die Heimath der Gummibäume, deren Wurzeln, wie bei vielen tropischen Bäumen, in brettartigen Leisten auf dem

Boden hinlaufen, von deren Aesten starke Säulenwurzeln sich abwärts in die Erde senken; aus dem Milchsaft, der aus der verwundeten Rinde fließt, wird das indische Kautschuk bereitet.[46])

Die tropischen Dschunglen reichen bis zur Höhe des Brocken



Indischer Gummibaum (Ficus elastica).
Luftwurzeln aus den Aesten und brettartige Wurzeln am Grunde der Stämme.

(1000 Meter); dann beginnt subtropischer Mischwald, wo zahlreiche Arten von Palmen, Baumfarne und Bananen, Feigen- und Teakbäume sich zu immergrünen Eichen, Oel- und Zürgelbäumen gesellen; Lykopodien hängen in meterlangen Schweifen von den Ästen; an ihren Wurzeln schmarotzen exotische Balanophoren und nordische Fichtenspargel. Hier braucht sich die einsame Fichte nicht nach dem

fernen Palmbaum zu sehnen, da beide in unmittelbarer Nachbarschaft wachsen.[47]) Je höher hinauf, desto mehr trägt die Vegetation die Physiognomie der wärmeren, dann der kälteren gemäßigten Zone; in der Höhe des Rigikulm besteht der Wald aus immergrünen Lorbeer- und Magnolienbäumen,[48]) unter die sich Kastanien und Eichen, Nußbäume, Pappeln und Ahorn, wilde Birn- und Kirschbäume, aber auch zahlreiche Tropenformen, klimmende Rohrpalmen, Baumfarne, epiphytische Orchideen, buschige und baumförmige Bambus mischen; baumartiges Rhododendron mit feurigen oder zartgefärbten Blüthenbüscheln[49]) bildet mit Gewürzschilfen, Deutzien, Berberizen und parasitischen Heidelbeersträuchern das Unterholz; die Stämme sind von mannigfaltigen Lianen umrankt; auf den Waldwiesen blühen Einbeere, Aronskelch, Maiglöckchen, aber auch Riesenlilien und die stolzen Pyramiden des edlen Rhabarber; in den Gärten werden Pfirsiche und Aprikosen, in neuerer Zeit auch Theesträucher und Chinabäume gezogen, auf den Feldern Bergreis, Mais und Hirse gebaut; weiter hinauf liegen Weizen-, Gerste- und Kartoffelfelder, in denen Hirtentäschel und Löwenzahn als Unkraut wuchern. Das Klima gleicht dem von Meran; der Europäer findet in erfrischender Bergluft und unter europäischer Vegetation Genesung für die in der heißen bengalischen Tiefebene erschütterte Gesundheit. Denn hier befindet er sich in jenen

„Wäldern ohne Gleichen
Von paradiesischen Eichen,
Die Blüthengehänge umkränzt,
Und göttliches Licht beglänzt".

Schon in tieferen Regionen hatten sich Kiefern mit fußlangen Nadelbüscheln in den tropischen Wald gedrängt; aber in der Höhe des Faulhorns, wo die Laubbäume bis auf die Birke verschwunden sind, herrscht einsam der Nadelwald, aus Tannen, Lärchen und Göttercedern gebildet. In der Höhe der Blümlisalp oder des Großglockner ist die Baumgrenze; von hier ab wird der Boden in den

fünf Wintermonaten von Schnee bedeckt; zunächst über der Baumgrenze folgt eine breite Region strauchiger Alpenrosen mit herrlichen Blüthendolden: darüber grüne Alpenmatten, in welche Astragalen, Steinbrech, Veilchen, Primeln, Anemonen, Schneeranunkeln, Ritterspporn, Eisenhut, Fingerkraut und andere Pflanzen der europäischen Alpen ihre blühenden Rasen einweben, bis endlich die letzten Funken des Lebens in Steinflechten und einzelnen hochalpinen Blüthenpflanzen auslöschen. Erst in einer Höhe, die den Gipfel des Montblanc um hundert Meter überragt, lagert der ewige Schnee seinen fleckenlosen Mantel auf die Kämme, über welche in furchtbarer Erhabenheit die höchsten Gipfel der Erde fast 9000 Meter in den tiefblauen Himmel hineintauchen. Auf dem Nordabhange des Himalaya, wo die Schneegrenze 700 Meter höher liegt, steigen auch die Alpenpflanzen bis zur Höhe von 6000 Meter.[50])

Was die Natur an Pflanzenformen über die weiten Flächen der Erde vom Aequator bis zum Pol ausgestreut hat, das faßt sie im engen Raume in den Anden der südamerikanischen Aequatorialzone zusammen. Es war eine für die Wissenschaft besonders günstige Fügung, daß es Alexander von Humboldt vergönnt war, gerade diese Hochgebirge zu durchforschen und unserer Phantasie ihre Natur in einem Gemälde vorzuführen, dessen Farben ebenso frisch und lebhaft in der Seele haften, als ob unseren Augen ihr Anblick vergönnt gewesen wäre; die tropischen Landschaftsbilder späterer Reisender, unter denen die des Palmenforschers von Martius und die von Alfred Wallace durch Feinheit der Zeichnung und Lebhaftigkeit des Kolorits sich besonders auszeichnen, konnten jene Eindrücke nur vervollständigen und befestigen.

Aus den Mangrovewaldungen, welche die Küste des Karaibischen Meeres umsäumen, führt Humboldt uns über trockene Waldsavannen, wo die Baumwollenbäume in der Sommerdürre das Laub verlieren, in den grenzenlosen Waldocean, der, von täglichen

Regengüssen getränkt, sich im Osten der Riesenkette bis an ihren Fuß zieht; im grellsten Gegensatz dazu die regenlose Sand- und Steinwüste, welche im Westen dem nahen Strande des Stillen Meeres vorgelagert ist. Im Westen, an der peruanischen Küste, keine Spur von Baum und Strauch, mit Ausnahme zerstreuter dorniger Mimosenbüsche; nur die bedürfnißlosen Agaven und die in allen Regionen des warmen Amerika auftretenden Kugel- und Säulenkaktus bewahren, durch eine wasserdichte Oberhaut geschützt, in ihrem saftreichen Zellgewebe selbst unter der ausdörrenden Sonnengluth einen erfrischenden Trunk für die Thiere. Wenn zur Zeit der Winternebel das schlummernde Pflanzenleben erwacht, dann sprossen aus dem starren Kaktus große, wunderherrliche Blüthen[51]), und die Wüste bedeckt sich mit einem schnell vorübergehenden Flor von Gräsern, Zwiebel- und Knollengewächsen.

Igelkaktus in Blüthe (Echinopsis Eyriesii).
Nach einer Photographie von Krull aus dem Breslauer botanischen Garten.

Im Osten des Hochgebirges dehnt sich der tropische Urwald, die Hyläa, über das unermeßliche Gebiet des Magdalenenstroms, des Orinoko und Amazonas, in deren stillen Buchten die königliche Victoria ihre gigantischen Schildblätter schwimmen läßt, während an ihren Ufern die stammlose Elfenbeinpalme am Grunde ihrer wallenden Fiederkrone die knochenharten Samen in kugligen, kopfig an einander gedrängten Fruchtgehäusen verschließt. Hier entfaltet sich der höchste Reichthum der Tropenvegetation, hier ist die Heimath

der königlichen Palmengeschlechter und der immergrünen Riesenbäume, deren Blätter bald an den Gummibaum oder den Lorbeer, bald an Mimosen oder Johannesbrotbaum erinnern; ihre Stämme sind aus den edelsten Holzarten aufgebaut oder spenden kostbaren Balsam, Kopal, Kautschuk;[52]) die Früchte des einen Baumes gleichen Melonen, die eines anderen Kanonenkugeln, die eines dritten großen Deckeltöpfen, in denen mandelartige Kerne eingeschlossen sind.[53]) Die Urwaldbäume sind von hundertfältigen Lianen durchrankt und von epiphytischen Schmarotzerpflanzen, wilden Ananasgewächsen, klimmenden Araceen, phantastischen Orchideen, zierlichen Farnen und Lykopodien überwuchert; Crotonsträucher wetteifern in der feurigen Färbung ihres Laubes mit bunt marmorirten Caladien; Begonien vereinigen in ihren großen Blättern eine ganze Farbenskala oder prangen mit leuchtend rothen Blüthen.

Elfenbeinpalme (Phytelephas macrocarpa). Die kopfig gehäuften Früchte entspringen am Wurzelstock. Nach einer Photographie aus dem botanischen Garten in Buitenzorg.

Auf den Vorbergen in der Höhe von 400 Meter wird der tropische Wald, die Junga, lichter und erhält durch das Vorherrschen baumartiger Farnkräuter eine besonders reizvolle Physio-

gnomie. Wo er menschlichen Ansiedelungen Raum läßt, da trägt der Boden in gartenartiger Kultur alle Erzeugnisse der heißen Zone, der tierra caliente. Palmen geben Zucker, Wein, Obst, Kohl, Butter, Oel, Balken für den Bau der Hütten, Fasern für Mattengeflecht;[54]) eine Palmenart liefert an ihren Fiederblättern, eine andere von ihrem Stamme Wachs, eine dritte feines Holz mit pantherähnlich gefleckter Zeichnung.[55]) Banane und Brotbaum bieten ihre nährenden Früchte dar; hier wächst der Kakaobaum, hier reift die Ananas, die Cherimolia, die Guajave und die Avogadobirne; hier ranken Orchideen mit Vanilleschoten, und Passifloren mit süßen Melonenfrüchten.[56]) Die Felder sind von dornigen Agaven eingehegt, welche Gewebefasern und erfrischendes Getränk spenden, oder von Opuntienhecken, auf denen die Kochenille gezüchtet wird; Zuckerrohr, Kaffee, Baumwolle, Reis, Indigo, Tabak und mehlreiche, großblätterige oder rankende Knollengewächse werden gebaut: Batate, Yam, Taru und Manioca, die das Brot der eingeborenen Indianer und Neger liefert.[57]) Vermuthlich hat in dieser Region der chilenischen Anden auch die Kartoffelpflanze ihre Urheimath, deren kurze Entwicklungsperiode sich zwar unseren Sommern angepaßt hat, seitdem sie nach der Mitte des vorigen Jahrhunderts ihre weltgeschichtliche Wanderung über die ganze Erde angetreten, die aber ihren tropischen Ursprung noch immer dadurch verräth, daß ihre Knollen durch den leichtesten Frost getötet werden.[58]) Freilich wird sie heutzutage in wildem Zustande ebenso wenig gefunden, wie ihre Verwandten aus der Familie der Nachtschatten, die das tropische Amerika der alten Welt als bescheidene Gegengabe für die von ihr empfangenen Wohlthaten gespendet: Tabak, Paprika und Tomate oder Liebesapfel.[59])

In der Höhe von 1700 Metern beginnen die tropischen Formen allmählich zu schwinden; der Wald wird von Gewächsen mit glänzender, kamellienartiger Belaubung gebildet: von immergrünen Eichen, Proteaceen, Lorbeer- und Myrtenbäumen. Hier ist die Heimath des

Pfefferbaumes, dessen zierlich gefiederte Belaubung mit den Schirmdolden korallrother Beeren lebhaft kontrastirt und ihn in den Anlagen Südeuropas schon im 16. Jahrhundert beliebt gemacht hat; hier wachsen elegante Fuchsiensträucher; auch das vanilleduftende Heliotrop ist hier zu Hause. Ueber alle Bäume empor ragt noch der Säulenwald der Wachspalmen, der Giganten des Fürstengeschlechts im Reiche der Pflanzen, die auf 50—60 Meter hohem Schaft sechs Meter lange Federbüsche tragen; in Gesellschaft von baumhohen Heliconien dauern sie noch aus zwischen Humboldtseichen, Peruanischen Erlen und Wallnußbäumen bis zur Höhe des Stilfser Jochs (2700 Meter), wo der Boden oft mit Schnee bedeckt wird. Aber der kostbarste Schatz dieser Region, welche der Peruaner als die Augenbraue des Gebirges (Ceja de la montaña) bezeichnet, sind die Cinchonen; im Urwald zerstreut bewohnen sie zwischen dem 7. Grad N. B. und dem 15. Grad S. B. einen schmalen Gürtel, dessen Höhenlage etwa der Region zwischen der kleinen Scheideck und dem Faulhorngipfel (2000—2500 Meter) entspricht. Auf niedrigen, flechtenüberzogenen Stämmen entwickeln sie ihr immergrünes, lorbeerähnliches, röthlich schimmerndes Laub; ihre weißen oder lila duftigen Blüthenrispen ähneln dem Flieder; ihre Aeste, auf denen epiphytische Prachtorchideen und Bromelien nisten, sind von Bambuslianen umrankt. In den wilden, von Stürmen und Nebeln heimgesuchten Bergschluchten hätte die Waldverwüstung das edle Baumgeschlecht, das allein unter allen Pflanzen in seinen Rindengeweben unersetzliche Heilstoffe zu bereiten versteht, mit baldiger Ausrottung bedroht, wenn nicht die Vorsorge der englischen und holländischen Regierung durch Verpflanzung nach Jamaica, dem Himalaya und den javanischen Gebirgen die Erhaltung der Chinarinden gesichert hätte. Auch der Kokastrauch wächst hier wild und wird häufig angebaut; seine bitterlich aromatischen Blätter, die in seltsamer Weise die Empfindung der Nerven abstumpfen, hatten seit der Zeit der Inkas nur gedient, um den schwer belasteten Trägern des Gebirges das Hungergefühl zu betäuben, bis in unseren

Tagen die Chemie aus ihnen den wirksamen Stoff ausziehen lernte, der jetzt der ganzen Menschheit schmerzstillend zu Gute kommt.[60])

In diesem Klima des ewigen Frühlings, der tierra templada, gedeihen alle Früchte der gemäßigten Zone: Orangen, Limonen und Oliven, Weintrauben, Bohnen, Mais, Weizen, Quinoa und Kartoffeln. Hier hatten einst die Inkas einen geordneten Kulturstaat gegründet, in dem Ackerbau und Viehzucht, aber auch Baukunst, dramatische und lyrische Poesie gepflegt wurden; hier, wie in dem unter ähnlichen klimatischen Bedingungen erblühten Aztekenreich hat dann der Fanatismus und die Habgier der Spanier die eingeborene Kultur der Anden über den Haufen gestürzt und ein bis zum heutigen Tage noch nicht völlig gelichtetes Chaos zurückgelassen.

Die Region der laubabwerfenden Eichen ist in den südamerikanischen Hochgebirgen schwach entwickelt, und die der Nadelhölzer fehlt ganz, während im tropischen Mexiko sich in der Höhe von 2600—4000 Meter Wälder von drei- und fünfnadeligen Kiefern, Taxodien und Cypressen ausbreiten. In Peru werden schon in der Höhe von 3000 Meter die Bäume zwergartig. Zwischen den schneebedeckten Randgebirgen der westlichen Küste und der östlichen Binnenkordillere dehnen sich die Paramos, die öden nebelreichen Hochebenen der Tierra fria aus, deren Höhe etwa der Region zwischen Riffelhorn und Theodulpaß am Monterosa (2800 bis 3300 Meter) entspricht; sie sind von myrtenähnlichem Gesträuch aus der Familie der Magnolien,[61]) von Escallonien, Aralien und baumförmigen Körbchenblüthern[62]) überzogen; die schönen Andesrosen (Bejaria) vertreten hier die Stelle der verwandten Alpenrosen; die Cantuen leuchten mit ihren scharlachrothen Blumendolden.

Oberhalb der strauchbewachsenen Paramos entwickelt sich auf den steilen wilden Felsengehängen, etwa in der Höhe zwischen Piz Languard und Piz Bernina (3300—4000 Meter), noch eine Region zierlicher Alpenkräuter, wo eigenartige Lupinen, Hungerblümchen, Baldrian, Steinbrech, Veilchen, Frauenmantel, Enzian und andere

nordeuropäische Gattungen mit alpinen Lobelien, Verbenen, Kalceolarien und Kaktuspflanzen gemischt sind; weite Gehänge sind mit purpurblühenden Kramerien bekleidet, deren viel verzweigte Wurzel dem Heilschatz die Ratanha liefert; besonders verbreitet ist auch ein geselliges Schimmelkraut von bizarrem, zwergpalmenähnlichem Wuchs (Espeletia), dick weißwollig, wie ein baumförmiges Edelweiß. Dann folgen noch in eisigem Klima die Grasfluren der Puna brava, die oft wochenlang von Schnee bedeckt sind, so daß die Lama- und Vicuñaheerden, die hier ihre Weideplätze haben, in die Region der Alpenkräuter hinabsteigen müssen. In der Höhe des Montblanc (4600 Meter) verschwinden auch die Gräser; die vulkanischen Kegelberge zeigen nun noch einen schmalen nackten Gürtel von Asche und scharfkantigem Doleritgestein; erst von 4850 Meter ab ist ihr Mantel bis zu den himmelhohen Gipfeln in ewigen Schnee gehüllt, aus dem einzelne mit der Landkartenflechte überzogene Klippen hervorragen. Nur der Kondor vermag auf seinen breiten Schwingen noch höher in die dünne eiskalte Luft aufzusteigen.

So sind die Hochgebirge der Tropen ein Mikrokosmos, wo der Reisende an einem Tage alle Klimate, alle Pflanzenformen und alle Kulturerzeugnisse der Welt in schichtenweiser Uebereinanderlagerung beobachten kann. Wir begreifen jetzt den Gedanken Linnés, der die ganze Erde mit zwei halbkugelig gewölbten und mit den Grundflächen auf einander gesetzten Riesenbergen verglich, deren Fuß unter dem Aequator vom Weltmeer umrauscht wird,

deren Abdachungen in den gemäßigten Zonen von Laub- und Nadelwäldern, Wiesen und Feldern umgürtet sind und deren schneebedeckte, nur von Alpenpflanzen bewohnte Scheitel an den Polen in den kalten Weltraum hineinragen.[63])

VII.

Es konnte nicht unsere Absicht sein, in den engen Rahmen dieser Blätter ein in Farben vollständig ausgeführtes Gemälde der Vegetation auf der Erde einzuschließen; nur in leichten Umrissen vermochten wir die Hauptzüge jener gesetzmäßigen Anordnung darzustellen, nach welcher sich die Welt der Pflanzen in dem Nebeneinander der Zonen und in dem Uebereinander der Regionen gliedert. Doch wird, wie wir hoffen, diese Skizze genügen, um eine Betrachtung zu rechtfertigen, mit welcher wir unsere botanischen Wanderungen beschließen wollen.

Noch niemals war das Bedürfniß, alljährlich eine Zeitlang das gewohnte Klima und die alltägliche Vegetation mit anderem Himmel und fremder Umgebung zu vertauschen, in so weite Schichten der Bevölkerung gedrungen, wie in der Gegenwart. Die Einen suchen den Seestrand auf, die Anderen das Gebirge; wer immer es vermag, erfrischt Auge und Seele von Zeit zu Zeit am Anblick der Schneegipfel in den Alpen; es gewährt ihm hohen Genuß, in die Region der Alpenrosen und des Edelweiß sich zu erheben. Immer größeren Kreisen ist die Freude vergönnt, einmal in der wärmeren gemäßigten Zone der Mittelmeerländer oder in den subarktischen Nadelwäldern und den darüber gelagerten alpinen Fjelden Norwegens zu verweilen. Mancher dehnt seine Wanderungen bereits bis zu den arktischen Gletschergebirgen von Spitzbergen oder zur subtropischen Vegetation Aegyptens und zu den Palmen der syrischen Küste aus; vielleicht wird es nicht mehr lange dauern, daß auch die Tropenwelt von Ceylon und Indien zum gewöhnlichen Wanderziel der Touristen wird. Um so mehr ist es zu beklagen,

daß so Wenige hinreichend vorbereitet sind, um die Landschaftsbilder, die vor ihren Augen vorüberziehen, sich zum Verständniß zu bringen und den Genuß ihrer Reiseeindrücke zu vertiefen. Wissen wir doch, daß die Physiognomie einer jeden Landschaft weit weniger durch den geologischen Bau, als durch ihre Vegetation bestimmt wird. Wer vermöchte aber den sinnlichen Eindruck einer fremden Natur sich zu klarem Bewußtsein zu bringen, wenn das Auge nicht durch eine allgemeine naturwissenschaftliche Bildung gelernt hat, die charakteristischen Formen des Gebirgsbaues und der Pflanzenwelt aufzufassen und auf die bald leisen, bald plötzlichen Wandelungen, welche die Vegetation bei dem Uebergang von einer Zone oder Höhenstufe zur anderen durchläuft, auf das Verschwinden der alten, das Auftreten neuer Pflanzenformen zu achten. Wer, wie die Meisten aus unseren Gesellschaftskreisen, ohne naturwissenschaftliche, insbesondere botanische Kenntnisse fremde Landschaften durchstreift, geht mit stumpfem Sinn an den größten Schönheiten vorüber; er begnügt sich mit unklaren Sinneseindrücken und hat kaum mehr Gewinn davon, als derjenige, der als Theilnehmer einer „Gesellschaftsreise" ohne kunstgeschichtliche Vorbildung durch die Säle der Uffizien oder des Vatikan gejagt wird.

Viele meinen freilich, daß gerade durch eingehende Beschäftigung mit den kleinlichen Einzelheiten der Naturwissenschaften die Frische des Naturgenusses im Großen und Ganzen abgestumpft werden müsse; wir antworten darauf mit dem schönen Spruch des Plinius: Rerum natura nusquam magis quam in minimis tota est.

Daß in Wahrheit die Empfänglichkeit für das ästhetische Genießen der Natur durch liebevolle Hingabe an ihre einzelnen Schöpfungen, selbst durch strenge wissenschaftliche Forschung, nicht abgeschwächt, daß im Gegentheil der Sinn für die Schönheit der Natur erst durch die Naturforscher den weiteren Kreisen des Volkes erschlossen worden ist, zeigt die geschichtliche Entwickelung des Naturgefühls in der neueren Zeit.[61])

Von Anbeginn waren in den Gebirgen und insbesondere in den Alpen alle Herrlichkeiten der Natur im kleinsten Raume zusammengedrängt, und doch wissen wir, daß diese Wunderwelt bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts für das Bewußtsein des Volkes nicht vorhanden war, ja daß die Alpen vielmehr als der Inbegriff schauerlicher und widerwärtiger Scenerien gemieden wurden. Wenn es noch eines neuen Beweises dafür bedürfte, daß den alten Griechen und Römern das Verständniß für die Schönheit des Hochgebirges abging, so mag als solcher die Thatsache dienen, daß keiner der antiken Schriftsteller die Alpenpflanzen kennt. Noch in später Zeit hatte nicht bloß die künstlerisch ungebildete Menge, sondern selbst die Maler, die, wie Tizian und andere Venetianer, aus den Dolomitalpen von Südtirol oder Friaul stammten, doch kein Auge für die wunderbare Romantik ihrer heimischen Landschaften. Der Erste, der es wagte, Natur und Volk der Alpen der Bewunderung seiner Zeitgenossen zu erschließen, war ein Botaniker, der bei seinen Untersuchungen über die Flora der Schweiz auch die Poesie derselben entdeckte, Albrecht von Haller (1720). Der Erste, der mit schwärmerischer Seele die Reize der Schweizer Seen und ihrer Berge empfand und mit zündender Beredsamkeit im übrigen Europa die Sehnsucht nach der schönen Natur der Voralpen erweckte, war der Botaniker Jean Jacques Rousseau (1761). Der Mann, „dem die Welt nach der Entdeckung der Gebirgslandschaft durch Rousseau die großartige Erweiterung ihres Naturgefühls durch die Entdeckung und Eroberung des Hochgebirges verdankte", war der Botaniker J. B. Saussure (1779); ihm folgte der Botaniker Ramond als Entdecker der Pyrenäen (1789). Der Mann, der mit dem gleichen Zauber des Wortes die Lieblichkeit des deutschen Mittelgebirges, die Erhabenheit der Alpen und die stille Größe der italienischen Landschaft verherrlichte und am meisten zur Erweckung des modernen Naturgefühls beitrug, war der Botaniker Wolfgang Goethe. Daß dem Botaniker Georg Forster unsere Literatur nicht bloß jene idealen Schilderungen

der Südseeinseln, sondern auch die meisterhaften Ansichten vom Niederrhein (1791) verdankt, wollen wir hier nur andeuten; wie endlich durch den Botaniker Alexander von Humboldt die Herrlichkeit der Tropenwelt mit ihren Palmen und Bananen und ihren Schneebergen aufgeschlossen wurde (1805), ist in diesen Blättern gezeigt worden.

Indem diese Männer und ihre Nachfolger, bewegt von dem edlen Drange, die Natur auf ungebahnten Wegen zu erforschen, neue, vorher unzugängliche Gebiete der Erde aufsuchten, thaten sich ihrem Geiste Schönheiten auf, die bis dahin den stumpfen Blicken der Zeitgenossen verborgen geblieben waren; erst ihre von frischer Begeisterung durchwehten Naturschilderungen erweckten die allgemeine Aufmerksamkeit und eröffneten der modernen Bildung neue Quellen, aus denen seitdem Unzählige geistige und leibliche Verjüngung geschöpft haben und zu deren Genuß sich von Jahr zu Jahr immer weitere Kreise hindrängen.

Erläuterungen.

[1]) (S. 434.) So berichtet Linné in seiner Rede über das Wachsthum der bewohnbaren Erde, die er 1743 in Upsala gehalten, 1751 in den Amoenitates academicae II (De terrae habitabilis incremento; deutsche Uebersetzung von E. J. T. H., Leipzig 1778, III. S. 276) zum Abdruck gebracht hat. In Tournefforts Reisebeschreibung (Relation d'un voyage au Lévant 1717), wo die Besteigung des Ararat im dritten Bande beschrieben wird, habe ich indeß nur Andeutungen über die Parallele zwischen der Vegetation der verschiedenen Bergregionen mit nördlicheren Floren gefunden; so sagt Tournefort: Rien ne me faisait plus de plaisir que de voir de temps en temps les plantes des Alpes et des Pyrénées sur les hauteurs [de Mont Ararat]. Der um die Erforschung der Kaukasusländer hochverdiente Direktor des Museums von Tiflis, Radde, fand auf dem Ararat noch vollkräftigen Pflanzenwuchs bei 3475 m, die obere Grenze des Grasrasens bei 3750 m, die der Alpenpflanzen bei 3960 m, die Schneegrenze, bis zu der noch einzelne Blüthenpflanzen aufsteigen, bei 4340 m.

[2]) (S. 439.) Hahnenfuß, Ranunculus polyanthemus, auricomus; Sternblume, Chrysanthemum Leucanthemum; Lichtnelke, Melandryum rubrum; Pechnelke, Viscaria purpurea; Bergklee, Trifolium alpestre; kleiner Sauerampfer, Rumex Acetosella.

[3]) (S. 439.) Ackermohn, Papaver Rhoeas, dubium; Kornblume, Centaurea Cyanus; Ritterſporn, Delphinium Consolida; Nachtſchatten, Solanum nigrum; Biſamdiſtel, Carduus nutans; Eſelsdiſtel, Onopordon Acanthium; Kamille, Matricaria Chamomilla.

[4]) (S. 439.) Weiße und gelbe Waſſerroſe, Nymphaea alba, Nuphar luteum; Froſchbiß, Hydrocharis Morsus Ranae; großblüthiger Hahnenfuß, Ranunculus Lingua; Blumenbinſe, Butomus umbellatus; gelbe Iris, Iris Pseudacorus; Rohrkolben, Typha; Igelkolben, Sparganium.

[5]) (S. 439.) Schneeglöckchen, Galanthus nivalis; großes Schneeglöckchen, Knotenblume, Leucojum vernum.

[6]) (S. 440.) Schlehe, Prunus spinosa; Bergholunder, Sambucus racemosa; Hartriegel, Cornus sanguinea; Schneeball, Viburnum Opulus.

[7]) (S. 440.) Kiefer, Pinus silvestris; Fichte, Picea excelsa; Edeltanne, Weißtanne, Abies alba; Bergahorn, Acer Pseudoplatanus; Buche, Fagus silvatica.

[8]) (S. 440.) Bartflechte, Usnea barbata und longissima; Schlangenbärlapp, gewöhnlich Schlangenmoos genannt, Lycopodium annotinum; mit den grünen Ranken werden die Hüte der Riesengebirgswanderer bekränzt.

[9]) (S. 442.) Akelei, Aquilegia vulgaris; Wiesenraute, Thalictrum aquilegifolium; Christophkraut, Actaea spicata; Silberblatt oder Mondviole, Lunaria rediviva; Zahnwurz, Dentaria bulbifera u. a. A.; Waldlabkraut, Galium silvestre.

[10]) (S. 442.) Hexenkraut, Circaea, hat zwei Kelchblätter, zwei Blumenblätter, zwei Staubgefäße und zwei Fruchtblätter; bei Trientalis europaea, Siebenstern, sind sämmtliche Organe der Blüthe in der Siebenzahl vorhanden.

[11]) (S. 442.) Habichtskraut, Hieracium murale u. a. A.; große Glockenblume, Campanula latifolia u. a.; Hasenlattich, Prenanthes purpurea; Weidenröschen, Epilobium angustifolium.

[12]) (S. 442.) Einbeere, Paris quadrifolia; Tollkirsche, Atropa Belladonna; dunkelblauer Eisenhut, Aconitum Napellus; hellblauer Eisenhut, Aconitum variegatum; gelber Fingerhut, Digitalis ambigua; der rothe (Digitalis purpurea) ist im Riesengebirge nicht einheimisch, wohl aber in anderen deutschen Gebirgen.

[13]) (S. 442.) Weißer Huflattich, Petasites albus; Baldrian, Valeriana officinalis, sambucifolia und dioeca; Gebirgskälberkropf, Chaerophyllum hirsutum; Frauenfarn, Athyrium Filix femina.

[14]) (S. 442.) Himmelschlüssel, Primula elatior; Kugelranunkel, Trollius europaeus; rothe Lichtnelke, Melandryum rubrum; Orchideen, Orchis mascula, Morio, militaris u. a.; Goldklee, Trifolium aureum, spadiceum; Waldstorchschnabel, Geranium silvaticum; Wohlverleih, Arnica montana; Wiesenknopf, Sanguisorba officinalis; Herbstzeitlose, Colchicum autumnale.

[15]) (S. 444.) Knieholz (Krummholz, Legföhre der Alpen), Pinus montana (Pumilio, Mughus). Die im Gebirge verkauften sogenannten Knieholzwaren sind aus weißem Ahornholz gearbeitet. Das Knieholz trägt braune, glänzende, kugelige, wagerechte Zapfen, während die länglichen, mattgrauen Zapfen der gemeinen Kiefer abwärts gebogen sind.

[16]) (S. 444.) Brachsenkraut, Isoetes lacustris; Wollgras, Eriophorum; Brandlattich, Homogyne alpina; Rauschbeere, Empetrum nigrum; wilder Rosmarin, Andromeda polifolia; Moltebeere, Rubus Chamaemorus; Sudeten-Läusekraut, Pedicularis sudetica.

[17]) (S. 445.) Eisenhut, Aconitum Napellus und variegatum; weißer Hahnenfuß, Ranunculus aconitifolius; Engelwurz, Archangelica officinalis; Allermannsharnisch, Allium Victorialis; Schwalbenwurz, Gentiana asclepiadea; Milchlattich, Mulgedium alpinum; grüne Nieswurz, Veratrum Lobelianum.

[18]) (S. 445.) Lappländische Weide, Salix lapponica; Bergrose, Rosa alpina; Sudeten-Ahlkirsche, Prunus Padus sudetica; Sudeten-Elsbeere, Pirus sudetica; Ebereesche, Sorbus aucuparia alpestris; schwarzes Geisblatt, Lonicera nigra; Felsen-Johannisbeerstrauch, Ribes petraeum.

[19]) (S. 445.) Goldfingerkraut, Potentilla aurea; gelbes Veilchen, Viola biflora und lutea; Sweertie, Sweertia perennis; Frauenmantel, Alchemilla fissa; Anemone (Berghähnlein), Anemone narcissiflora.

[20]) (S. 445.) Krautweide, Salix herbacea; Steinbrecharten, Saxifraga nivalis, bryoides, muscoides, oppositifolia; Mannsschild, Androsace obtusifolia; Felsenschaumkraut, Cardamine resedifolia; Rosenwurz, Rhodiola rosea; Alpenfettkraut, Sedum alpestre; Alpenfarne, Allosorus rispus, Woodsia hyperborea.

[21]) (S. 445.) Carex atrata, hyperborea, irrigua, rigida, Goodenoughii u. a.

[22]) (S. 445.) Veilchenalge (fälschlich Veilchenmoos, Veilchenstein), Chroolepus Iolithus; sie wurde schon 1600 von dem ersten Floristen Schlesiens, Caspar Schwenkfeld, von den felsigen Gipfeln der Sudeten erwähnt.

[23]) (S. 446.) Landkartenflechte, Rhizocarpon (Lecidea) geographicum; Korallenflechte, Cladonia bellidiflora; Bärlappe, Lycopodium alpinum und Selago.

[24]) (S. 446.) Habmichlieb ist der schlesische Namen für die Zwergprimel, Primula minima; Teufelsbart, Anemone alpina.

[25]) (S. 447.) Dreiblumige Binse, Juncus trifidus; Alpen-Ehrenpreis, Veronica alpina und bellidioides; Enzian, Gentiana verna (nur im Altvatergebirge, wo auch die hohe, gelbgefleckte Gentiana punctata); Gebirgs-Nelkenwurz, Geum montanum; Alpen-Habichtskräuter, Hieracium alpinum u. a. A.; ähnlich auch Taraxacum nigricans, Achyrophorus uniflorus.

[26]) (S. 447.) Federnelke, Dianthus superbus Wimmeri; Glockenblume, Campanula rotundifolia Scheuchzeri; die alpinen Varietäten von Schafgarbe, Achillea Millefolium; Goldruthe, Solidago Virga aurea; Heide, Calluna vulgaris; Schwingel, Festuca ovina, Poa annua u. a. A.

[27]) (S. 447.) Bergampfer (Mönchsrhabarber), Rumex arifolius und alpinus; Otterwurz, Polygonum Bistorta.

[28]) (S. 449.) Die Buche findet in den Centralkarpathen ihre obere Grenze bei 1000—1100 m, gleichzeitig mit der Edeltanne; in den Südkarpathen steigt sie bis 1400 m; die obere Grenze des Bergahorns in der Tatra ist bei 1270 m, die der Lärche (Larix decidua) bei 1450 m.

[29]) (S. 450.) Zweifarbige und Spießweide, Salix bicolor und hastata; Alpen-Anemone, Anemone alpina; Steinbrech, Saxifraga decipiens.

[30]) (S. 450.) Die Temperatur des Atlantischen Oceans beträgt noch bei Oban am Fuße des schottischen Hochgebirges (56° 40′) im November und Dezember 9°, im Januar und Februar 7°.

[31]) (S. 452.) Der höchste Berg in Schottland, Ben Nevis, ist 1443 m hoch, die meisten übrigen erreichen kaum die Höhe des Brockens (1000 m).

[32]) (S. 454.) Grisebach, „Vegetation der Erde," I. 198.

[33]) (S. 456.) Edelraute, Artemisia Mutellina; Edelweiß, Leontopodium alpinum; Iva, Achillea moschata; Speik, Valeriana celtica; Schwärzling, Möhrli, Nigritella angustifolia.

[34]) (S. 457.) Hauslaub, Sempervivum montanum; Zwergazalee, Azalea procumbens; Silene, Silene acaulis.

[35]) (S. 457.) Statistische Vergleiche der Alpenflora mit der der übrigen Hochgebirge und der Tiefländer giebt Christ „Das Pflanzenleben der Schweiz, 1874" und Ball, „On the Origin of the flora of the European Alps," London, 1879.

[36]) (S. 457.) Wulfenia carinthiaca kommt einzig und allein in Kärnthen auf Alpen des Geilthals 1300—1900 m hoch vor; drei andere Arten dieser Gattung wachsen in den Gebirgen Asiens bis zum Himalaya.

[37]) (S. 458.) Rhododendron ferrugineum, rostfarbige Alpenrose, ist in den Kalkalpen, Rhododendron hirsutum, rauhhaarige Alpenrose, in den Urgebirgsalpen verbreiteter. Viel schönere Arten von Alpenrosen hat der Kaukasus (die in unseren Anlagen häufig angepflanzten Rhododendron ponticum und flavum, meist Azalea pontica genannt) und Nordamerika; die zahlreichsten und prächtigsten besitzt der Himalaya.

[38]) (S. 458.) Die Zahl der hochalpinen Pflanzen beschränkt sich nach Christ auf 182 Arten.

[39]) (S. 459.) Moossteinbrech, Saxifraga bryoides und muscoides; Gletscherranunkel, Ranunculus glacialis.

[40]) (S. 459.) Ueber die Schneealge vergl. S. 368 und Abb. S. 334.

[41]) (S. 460.) Im Apennin reicht die immergrüne Region bis zu 400 m, der Kastanienwald bis 1000 m, die Eiche bis 1200 m, die Buche und Edeltanne bis 2000 m, Alpensträucher, Heidelbeeren, Zwergwachholder, blattloses Ginstergebüsch bis 2500 m, Alpenblumen noch bis zu den höchsten Gipfeln (3000 m). Auf dem Atlas reicht der immergrüne Eichenwald (Quercus Ilex) bis 1600, der Cederwald, gemischt mit Krüppeleichen bis 2700 m. Sandrachcypressen (Callitris quadrivalvis) und Wachholder (Juniperus phoenicea) gehören der niederen Region an. Ueber der Baumgrenze folgt noch alpines Gesträuch von Rosen und Berberizen, zuletzt Alpenkräuter.

[42]) (S. 462.) Im Nadelwald der Rocky Mountains herrschen Kiefern (Pinus flexilis, ponderosa, contorta), Fichten (Picea Engelmanni und pungens), Lärchen (Larix occidentalis), Tanne (Abies concolor), Wachholder (Juniperus virginiana und occidentalis).

[43]) (S. 462.) Von den Nadelhölzern der kalifornischen Sierra Nevada sind besonders die wegen ihrer riesigen Zapfen ausgezeichneten Kiefern (Pinus Lambertiana, Coulteri, Sabiniana), die Fichte (Picea amabilis), die in unseren Anlagen verbreitete Lawsoncypresse (Cypressus Lawsoniana) und die Libocedr (Libocedrus decurrens) hervorzuheben.

Als sich um die Mitte dieses Jahrhunderts der Strom der Goldsucher über Kalifornien ergoß, wurde ein kleiner Hain von Mammuthbäumen (big tree) 1850 im Waldgürtel der Sierra Nevada in 850—1000 m Höhe von dem englischen Pflanzensammler Lobb entdeckt. Der Londoner Botaniker Lindley, dem die Beschreibung und Bestimmung des Baumes übergeben wurde, benannte ihn 1853 zu Ehren des großen englischen Feldherrn Wellingtonia gigantea. Dies erregte die nationale Eifersucht der Amerikaner, die nicht zugeben wollten, daß der ihrem Kontinent entsprossene größte Baum der Welt den Namen eines Engländers führen solle; ohne Rücksicht auf das in der botanischen Nomenklatur völkerrechtlich anerkannte Gesetz der Priorität wurde der Baum 1854 von dem amerikanischen Botaniker Winslow in Washingtonia gigantea umgetauft. Zum Glück hatte der internationale Streit keine ernsten Folgen, da sich herausstellte, daß der Mammuthbaum zu einem Geschlechte gehöre, das schon 1847 von dem Wiener Botaniker Endlicher zu Ehren eines um die Civilisation seines Volkes verdienten Cherokisen, Sequo-Ya, den Namen Sequoia erhalten hatte. Es mußten daher die großen Nationalhelden von England und Nordamerika vor den Prioritätsrechten einer Rothhaut weichen; der Baum führt in der Wissenschaft den Namen Sequoia gigantea; doch ist der alte Name Wellingtonia in Gärtnerkreisen üblich geblieben. Die prachtvollen Pyramiden des schnellwüchsigen Baumes sind die Zierde jeder Gartenanlage; leider sind sie im größten Theil von Deutschland nicht winterhart.

Eine dem Mammuthbaum nahe verwandte Art, die nur eine Höhe von 95 m erreicht, wächst in der Tiefebene von Kalifornien und wird als Redwood (Rothholzcypresse), Sequoia sempervirens, bezeichnet. In der Tertiärzeit gab es Wälder von Sequoien auch in der alten Welt von Grönland bis zu den Alpen.

Ueber die Mandeleukalypten vergl. S. 400 und 428, Erläut. 65.

[44]) (S. 462.) Rohrzucker von Saccharum officinale; Pfeffer von Piper nigrum; Gewürznelke von Eugenia caryophyllata; Muskatnuß und Muskatblüthe von Myristica fragrans; Zimmt von Cinnamomum zeylanicum; Ingwer von Zingiber officinale; Zittwer von Curcuma Zedoaria; Kardamom von Amomum Cardamomum.

[45]) (S. 463.) Schola, Shorea robusta; Palmliane, Calamus Rottan u. a. A.; Korallenbaum, Dalbergia Sisso; Sandelbaum, Santalum album. Sehr häufig in den Dschunglen ist auch die Katechuakazie, Acacia Catechu.

Die gepriesenste Obstfrucht Ostindiens, die Mango, stammt von Mangifera indica; auch die Frucht der Mangostane (Garcinia Mangostana) wird gerühmt; doch rechtfertigen die in neuerer Zeit auch in Europa importirten Früchte ihren Ruf nicht ganz.

[46]) (S. 464.) Teakbaum, Tectona grandis; indischer Gummibaum, Ficus elastica; vergl. S. 405. Zahlreiche tropische Bäume besitzen Bretterwurzeln, die

in Form starker Leisten auch am Stamm heraufsaufen und als Wasserspeicher dienen.

[47]) (S. 465.) Phoenix humilis (deren Stamm über 15 m hoch wird) und Pinus longifolia.

[48]) (S. 465.) Zu den ostindischen Magnolien gehört auch Cananga odorata, deren Blüthen den Ylang-Ylang und das Macassaröl liefern.

[49]) (S. 465.) Die prachtvollsten unter den tropischen Himalaya-Rhododendren, deren Kenntniß und Einführung in unsere Gewächshäuser wir Sir Joseph D. Hooker verdanken, sind Rhododendron arboreum, Griffithianum, Thomsonii, Edgworthiae.

[50]) (S. 466.) In den Gebirgen von Java unterscheiden Junghuhn und W. Schimper die Region der Mangrove und äquatorialen Urwälder bis 650 m, die tropische Region der täglichen Regenwälder bis 1600 m und die warme temperirte Region der Wolken- und Nebelwälder, wo der Koniferengürtel durch die einigermaßen ähnliche Form der Kasuarbäume (Casuarina) und durch cypressen- oder olivenblättrige Podokarpen vertreten wird, unter denen ein Flor von ganz europäischem Ansehen, Wolfsmilch, Bibernell, Wegerich, Schimmelkraut, Gänsedistel und Schwingelgrasarten gedeiht.

[51]) (S. 467.) Die Familie der Kaktuspflanzen (Kakteen) umfaßt 900 Arten, die sämmtlich in Amerika einheimisch sind, die meisten der heißen Zone eigen; doch gehen einige Arten hoch hinauf nach Norden (Opuntia Raffinesquiana bis 49°) und bis nahe an die Schneegrenze, so daß diese Arten auch bei uns im Freien ausdauern. Der aus Mexiko stammende, um die Mitte des 16. Jahrhunderts in Südeuropa eingeführte und hier überall verwilderte Feigenkaktus (Opuntia Ficus indica) ist im Etschthal bis nach Gries bei Bozen ($46\,^1/_2{}^0$) vorgedrungen. Nur wenige Kaktus besitzen echte Laubblätter (Peireskia); bei den meisten sind die Blätter in Büschel dünnerer oder auch kräftiger, oft widerhakiger Dornen umgewandelt. Der fleischige Stamm gleicht entweder einer Melone und trägt die Dornen auf großen Höckern (Mamillaria) oder Längsleisten (Melocaetus); oder er hat die Gestalt einer kanellirten Säule (Cereus), die bei einer mexikanischen Art 30 m Höhe erreicht und dann mehrfach ausgezweigt ist (Cereus giganteus). Anderwärts ist der Stengel bandartig abgeplattet, wie bei dem häufig kultivirten Phyllocactus, oder dünn, walzlich verlängert, niederliegend oder lianenartig kletternd, wie bei Cereus flagelliformis und Rhipsalis. Bei Opuntia sind Stamm und Zweig in ovale flache Glieder ausgesproßt. Alle Kakteen zeichnen sich durch schöne vielblätterige, meist trichterförmige, oft lebhaft gefärbte Blüthen aus, eine der schönsten ist die Königin der Nacht, Cereus grandiflorus; vergl. S. 259.

[52]) (S. 468.) Mahagony von Swietenia Mahagony, Palisander (palo santo) von Jacaranda, Farbholz von Caesalpinia und Haematoxylon, Balsam von Copaifera und Myroxylon, Kopal von Trachylobium und Hymenaea, brasilianisches Kautschuk von Hovea.

[53]) (S. 468.) Melonenbaum, Carica Papaya; Kalabassenbaum, Crescentia Cujete; Topfbaum, Lecythis Olla; verwandt ist der Paranußbaum, Bertholletia excelsa; beide gehören zur Familie der Myrten.

[54]) (S. 469.) Vergl. S. 411 und 430, Erläut. 79.

[55]) (S. 469.) Palmwachs wird in Südamerika von den Blättern der Klopstockia cerifera und von den Stämmen des Ceroxylon andicola gewonnen; die Fiederblätter der ersteren sind mit Wachsschüppchen überstäubt, die Stämme der letzteren von einer Wachsschicht umhüllt. Astrocaryum Murumuru liefert ein schwarz getupftes Schmuckholz.

[56]) (S. 469.) Cherimolia von Anona Cherimolia, Guajave von Psidium Guajava, Avogado von Persea gratissima, Ananas von Ananassa sativa, Grenadilla von Passiflora edulis, quadrangularis u. a. A.; Kakaobaum, Theobroma Cacoa; Banane, Musa paradisiaca; Vanille, Vanilla planifolia.

[57]) (S. 469.) Batate von Batatas edulis; von ihr stammt der englische Name der Kartoffel potatoe, der deutsche ist aus der italienischen Bezeichnung der Trüffel [tartufoli] entstellt. Yam, Igname von Dioscorea Batatas, Taru von Colocasia, Caladium; Manioca, Cassave von Manihot utilissima.

[58]) (S. 469.) Als die Spanier 1532 Peru eroberten, fanden sie den Anbau der Kartoffel im Lande verbreitet; von ihnen wurde die Pflanze im letzten Drittel des 16. Jahrhunderts zuerst nach Europa gebracht; ihre erste Erwähnung in einem deutschen Garten findet sich in dem 1594 gedruckten Katalog des von Dr. Laurentius Scholz 1587 in Breslau angelegten botanischen Gartens; das Verdienst ihrer Einführung gebührt daher weder Walter Raleigh noch Francis Drake, wenn auch letzterem, eben wegen dieser Einführung, in Baden ein Denkmal gesetzt ist. Im Laufe des 17. und 18. Jahrhunderts wurden auch schon in verschiedenen Ländern und besonders in Deutschland Anbauversuche in größerem Maßstabe gemacht; doch erst seit 1770 wurde der Werth der Kartoffel als ertragreichstes Volksernährungsmittel allgemein anerkannt, vorzugsweise durch die Bemühungen von Parmentier, der sich die Verbreitung des Kartoffelbaus zur Lebensaufgabe gemacht hatte. Im Laufe dieses Jahrhunderts hat sich der Anbau der Kartoffel nicht bloß über ganz Europa, sondern auch nach Asien, Afrika, Australien ausgebreitet; am einträglichsten ist derselbe im subtropischen Klima (Kanaren, Malta, Algier, Provence u. a.), wo die während des Winters gereiften Knollen als theuer bezahlte Frühkartoffeln exportirt werden; dasselbe geschieht auch aus den durch den Golfstrom geheizten Küsten des Nordwestens von Frankreich. Nach Alph. De Candolle stammt die Kartoffel aus der Strandregion von Chile.

[59]) (S. 469.) Zur Nachtschattenfamilie (Solanaceae) gehören außer der Kartoffel auch Tabak (Nicotiana Tabacum und rustica), Paprika, Capsicum annuum u. a. A.; Tomate, Paradiesapfel, Lycopersicum esculentum, sämmtlich aus dem warmen Amerika stammend.

[60]) (S. 471.) Ueber Chinabaum, vergl. S. 408 und 429, Erläut. 76; Koka, Erythoroxylon Coca; aus den Blättern wird das Kokain dargestellt.

[61]) (S. 471.) Drimys, Wintera.

[62]) (S. 471.) Die zusammengesetztblüthigen Syngenesisten oder Kompositen bilden die größte unter den jetzt lebenden Pflanzenfamilien, die etwa 11000 Arten umfaßt; wegen ihrer in einem korbähnlichen Köpfchen zusammengedrängten kleinen Blüthen werden sie Körbchenblüther genannt. Die meisten dieser Blüthenkörbchen gleichen einfachen Blumen und werden meist als solche angesehen und bezeichnet; so Kornblume, Aster, Georgine, Kamille, Gänseblümchen, Chrysanthemum u. a. Die Körbchenblüther sind entweder einjährig wie das gemeine Kreuzkraut (Senecio vulgaris); gewöhnlich aber treiben sie aus der unterirdischen vieljährigen Wurzel in jedem Frühjahr einen einjährigen Sproß, der bei der nordamerikanischen Sonnenrose (Helianthus annuus) bis 4 m hoch wird, aber im Herbst abstirbt; es giebt unter ihnen selbst Schlingpflanzen (Mutisia). Nur im tropischen Amerika finden sich strauchige und selbst baumartige Kompositen (Baccharis).

[63]) (S. 473.) Linné, „De terrae habitabilis incremento.“ Amoen. acad. II. Vergl. Erl. 1. Linné nahm an, daß das Paradies, in welchem nach der Weltschöpfung alle Arten der Pflanzen und Thiere sammt dem ersten Menschenpaar vereinigt waren, als eine tropische Insel vom Ocean umflossen gewesen, und daß erst allmählich die Erde, gleich einem Riesenberge, über das Weltmeer emporgestiegen sei, bis ihr Scheitel sich in die Eisregion des Pols erhoben habe; dann hätten sich alle Geschöpfe über die Oberfläche der Erde zerstreut und nach den Zonen vertheilt.

[64]) (S. 474.) Vergl. Friedländer, „Darstellungen aus der Sittengeschichte Roms,“ 5. Aufl. II. 193 f.

WELLCOME LIBRARY

Riley Dunn & Wilson Ltd
EXPERT CONSERVATORS & BOOKBINDERS